ББК 32.884.19
В80

Составитель *В. А. Никитин*
Рецензент *Ю. И. Крылов*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 102 /
В80 Сост. В. А. Никитин.— М.: ДОСААФ, 1988.— 79 с., ил.

30 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета некоторых их узлов. Материалы статей рассчитаны на творческое повторение в радиолюбительской практике.
Для широкого круга радиолюбителей.

В $\frac{2402020000-042}{072(02)-88}$ 15—88 **ББК 32.884.19**
6Ф2.9

ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ПРИБОР ДЛЯ ОТЫСКАНИЯ ПАР КОНЦОВ ПРОВОДОВ ПОПКП-1

С. Цацорин

При прозвонке многопроводных кабелей и жгутов большой длины для отыскания пар концов проводов и их соответствующей маркировки обычно работают два человека, что не всегда приемлемо. Для того чтобы с этим заданием мог справиться один человек, и был создан ПОПКП-1.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 1. Основу прибора составляет коммутирующее устройство, собранное на шаговом искателе, с помощью которого обеспечивается последовательное поочередное подключение напряжения питания к зажимам, расположенным на лицевой панели прибора. Всего на лицевой панели установлено 24 зажима, к которым подключаются 24 жилы многожильного кабеля или жгута. Второй конец жилы, подключенной к источнику питания, отыскивается касанием щупа выносного пульта к оголенным концам жил кабеля или жгута на другом, далеко удаленном его конце. При касании щупом второго конца подключенной для прозвонки жилы замыкается цепь прохождения тока, загорается лампочка выносного пульта и звенит звонок, сигнализируя о том, что щуп замкнул цепь прозваниваемого провода. Если же касаться щупом других жил, которые в данный момент не подключены к источнику питания, лампочка и звонок не сработают.

После маркировки найденного конца прозваниваемой жилы для подключения к цепи прозвонки следующей жилы необходимо ползунку шагового искателя перейти на следующую ламель. Искатель должен сделать только один шаг, для чего достаточно на выносном пульте нажать и отпустить кнопку SA2. При этом, перейдя на следующую ламель, шаговый искатель подключит

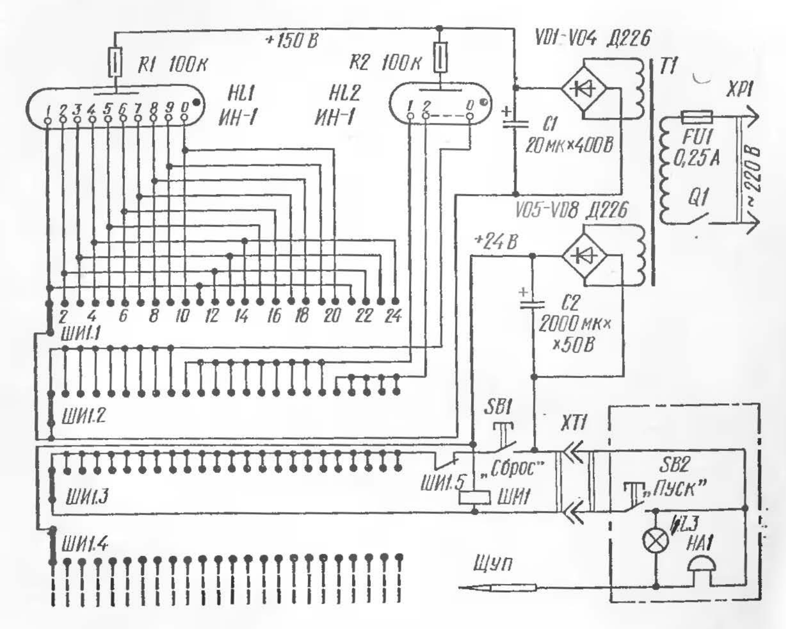


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

напряжение питания +24 В к следующей в порядке номеров жиле кабеля или жгута.

Для визуального определения номера прозваниваемой жилы в приборе используется двухразрядная индикация чисел, собранная на двух цифровых индикаторах HL1 и HL2, обеспечивающая индикацию чисел от 01 до 24. При этом цифровой индикатор HL1 высвечивает число единиц, а HL2 — число десятков.

Кнопка SB1 «Сброс», установленная на лицевой панели прибора, служит для установки ползунков шагового искателя в исходное положение, которое соответствует подаче напряжения питания на зажим № 1. При нажатии кнопки «Сброс» замыкается цепь питания обмотки искателя, который, благодаря наличию размыкающих при каждом шаге контактов ШИ1.5 начинает работать в режиме самохода до тех пор, пока его ползунки не попадут на ламель № 1. Это обеспечивается благодаря тому, что к ламели № 1, связанной с ползунком ШИ1.3, не подключен минус источника питания.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В через трансформатор T1 с помощью двух выпрямителей. Один рассчитан на получение выпрямленного напряжения 24 В для питания обмотки шагового искателя, лампочки HL3 и звонка HA1. Второй выпрямитель служит для питания анодных цепей цифровых индикаторных ламп ИН-1 напряжением 150 В. В качестве трансформатора T1 можно использовать унифицированный трансформатор типа ТАН3-127/220-50. Для выпрямителя с выходным напряжением 24 В используется одна из обмоток на 12,6 В и две обмотки по 5 В, соединенные последовательно. Для выпрямителя с выходным напряжением 150 В используются две обмотки на 56 В и вторая обмотка на 12,6 В, соединенные также последовательно. Можно использовать и другой подходящий унифицированный трансформатор типа ТАН или любой сетевой трансформатор мощностью около 30 Вт с перемоткой вторичных обмоток. Лампочка HL3 рассчитана на номинальное напряжение 24 В, звонок HA1 — любого типа, рассчитанный на питание напряжением 24 В постоянного тока. Шаговый искатель — типа ШИ-25/4, паспорт РС3.250.049Д. Зажимы, установленные на лицевой панели прибора, взяты от пульта управления радиоклассом радиотелеграфистов типа ПУРК-24. Вместо них можно использовать и другие зажимы, позволяющие быстро и надежно подключать оголенные концы жил многожильного кабеля или жгута.

На лицевой панели прибора помимо 24 гнезд расположены окна для наблюдения куполов индикаторных ламп, кнопка «Сброс», тумблер включения сетевого напряжения, приборная двухполюсная розетка для подключения выносного пульта. Гнездо предохранителя может быть расположено как на лицевой, так и на задней панели. Сетевой шнур может подключаться к прибору с помощью любого соединителя или вводиться в монтаж без разъема.

Выносной пульт содержит двухполюсную вилку для подключения к прибору, кнопку «Пуск», сигнальную лампочку и звонок. Вилка соединяется с пультом двухпроводным шнуром.

Если монтаж выполнен правильно, прибор в наладке не нуждается. Для правильного включения вилки выносного пульта в розетку прибора на вилке и розетке делаются метки. Можно также использовать какой-либо

соединитель с неодинаковыми контактами для исключения возможности неправильного соединения.

Для работы с прибором необходимо оголить 24 жилы кабеля и в произвольном порядке заправить их в зажимы. Прибор включается в сеть, нажимается кнопка «Сброс» и удерживается в нажатом состоянии, пока шаговый искатель не прекратит отработку в режиме самохода и не выйдет ползунками на ламели № 1, что контролируется по цифровому индикатору. Затем можно приступать к прозвонке многожильного кабеля или жгута. Оператор покидает место установки прибора и с подключенным к прибору выносным пультом направляется к другому концу кабеля. Если длина кабеля очень велика и нет возможности использовать пульт с такими длинными проводами, можно использовать контрольную пару проводов прозваниваемого кабеля, обеспечив ее правильное подключение к розетке прибора и к вилке пульта. Обычно это не вызывает трудностей, так как контрольная пара проводов бывает разноцветной.

На удаленном от прибора конце кабеля зачищают от изоляции все жилы с таким расчетом, чтобы при сжатии в пучок все они замыкались одна с другой. Весь кабель делят примерно на две равные части проводов, замыкают между собой провода одной половины и касаются этого пучка щупом. Если лампочка не загорится и звонок не зазвенит, значит, искомая жила находится в другой половине проводов. Затем та половина, в которой находится искомая жила, вновь делится на две части и вновь ищется та часть, которая при прозвонке дает сигнал прохождения тока. Деление пучка проводов производят, пока не останется один провод, при касании к которому появляется сигнал. Этот провод маркируется номером 1. Затем нажимается и отпускается кнопка «Пуск» и таким же способом ищется конец провода № 2. Так находят и маркируют все 24 провода. Найденные жилы при поиске следующей в пучок уже не соединяют, и количество жил в пучке постепенно уменьшается.

Оператор, находясь на другом, удаленном от прибора конце кабеля, не может пользоваться цифровым индикатором номера прозваниваемой жилы и нумерует их по порядку возрастания номеров. Цифровой индикатор может использоваться в тех случаях, когда кабель свернут в бухту и оба его конца находятся около прибора.

Деление жгута проводов при прозвонке пополам значительно сокращает количество замеров. Так, при поиске одного провода в кабеле, состоящем из 100 жил, при поочередной прозвонке каждого провода в худшем случае пришлось бы осуществить 100 замеров. При делении же пополам искомый провод находится всего за семь замеров.

Если при прозвонке очередной жилы она указанным способом не находится, соединяют в общий пучок все провода кабеля. Если и теперь касание щупом общего пучка не приводит к появлению сигнала, значит, искомая жила кабеля оборвана.

Определив и замаркировав все 24 провода, оператор возвращается к прибору, маркирует концы проводов, присоединенные к зажимам прибора соответственно номерам зажимов, отключает их от зажимов, подключает к зажимам следующую партию проводов того же кабеля, если кабель содержит более 24 проводов, производит сброс, направляется к удаленному концу кабеля и начинает прозвонку следующей партии проводов. Теперь их нужно маркировать, начиная с 25-го номера на обоих концах кабеля.

При практической работе прибор оказался не только простым и надежным в изготовлении, но и очень удобным в работе.

ВЫХОДНЫЕ КАСКАДЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

О. Потапенко

В большинстве отечественных промышленных и любительских осциллографов выходной каскад усилителя горизонтального отклонения выполнен по схеме с общим эмиттером и резисторной нагрузкой. При этом для получения необходимых размаха и линейности выходного пилообразного напряжения на быстрых развертках питание каскада выбирают в пределах 150...250 В при коллекторных токах выходных транзисторов около 30...50 мА. Это приводит к повышенной мощности рассеяния выходными транзисторами, необходимости использования крупногабаритных теплоотводов и многоваттных резисторов, что отрицательно сказывается на экономичности, тепловом режиме и габаритах прибора в целом.

Улучшить эти показатели и на порядок снизить коллекторный ток выходных транзисторов позволяет использование в выходном каскаде двухтактной схемы со встречной динамической нагрузкой, которая обладает высоким устойчивым усилением и широкой полосой пропускания за счет малых значений входных и выходных емкостей.

Особенностью приципиальной схемы, приведенной на рис. 1, является включение не одного, как принято обычно, усилительного транзистора по схеме с общим эмиттером, а двух транзисторов разной проводимости VT2 и VT3 таким образом, что в качестве коллекторной нагрузки одного транзистора используется коллекторный переход другого. На эмиттер каждого транзистора подается усиленный входной сигнал с коллектора транзистора VT1 — на эмиттер VT2 непосредственно, а на эмиттер VT3 через разделительный конденсатор. Каждый из выходных транзисторов помимо усиления выполняет еще и роль нагрузки для другого, которая изменяется в соответствии с мгновенным значением усиливаемого сигнала. Таким образом, нагрузка носит динамический характер, а схема представляет собой двухтактный каскад с так называемой встречной динамической нагрузкой [3].

Такое построение выходного усилительного каскада,

Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

Рис. 2. Практическая схема выходного каскада

а также введение отрицательной обратной связи с его выхода на вход через резистор R2, что стало возможным благодаря большому запасу по усилению каскада, позволяет получить высокую линейность выходного пилообразного напряжения при быстрых развертках вплоть до 50 нс/дел и при токе через выходные транзисторы всего 5...6 мА. Включение резистора R3 дополнительно снижает мощность, рассеиваемую на коллекторе транзистора VT3, без какого-либо ухудшения параметров усилителя за счет перераспределения тока между транзистором VT3 и резистором R3.

На рис. 2 представлена практическая схема выходного каскада усилителя горизонтального отклонения осциллографа. На транзисторе VT1 собран каскад предварительного усиления по схеме с общим эмиттером и

2 7-3611

коллекторной нагрузкой R1. Для создания напряжения смещения на базе используется прямое падение напряжения на диоде VD1, который включен в цепь эмиттера. В связи с тем что отечественной промышленностью не выпускаются высоковольтные высококачественные p-n-p транзисторы средней мощности, транзистор верхнего плеча выходного каскада заменен двумя последовательно включенными транзисторами КТ914А, которые способны работать на частотах до 400 МГц при предельном напряжении коллектор — эмиттер до 65 В. Делитель на резисторах R6 и R7 обеспечивает примерно равное распределение коллекторного напряжения между транзисторами верхнего плеча. Режимы транзисторов выходного каскада по постоянному току задаются цепью смещения VD3, R11 в базовых цепях транзисторов верхнего плеча и делителем напряжения R8, R9 в базовой цепи транзистора нижнего плеча. Пренебрегая небольшим падением напряжения на малом сопротивлении резистора R10, напряжение стабилитрона VD3 приложено к последовательно соединенным сопротивлениям эмиттерного перехода VT4 и резистора R5. Таким образом, этот резистор стабилизирует рабочий ток выходного каскада.

Весь каскад охвачен отрицательной обратной связью по напряжению через резистор R3. Конденсаторы C3, C4 и C5 осуществляют коррекцию переходной характеристики каскада, которая необходима для получения высокой линейности при быстрых развертках. Необходимо отметить, что сигнал на базу транзистора VT1 необходимо подавать от источника с выходным сопротивлением не менее 1 кОм, иначе параллельная отрицательная обратная связь не будет действовать.

Предлагаемый выходной каскад был испытан в работе совместно с предварительным усилителем горизонтального отклонения луча, аналогичным усилителю осциллографа С1-64, и обеспечивал высокую линейность напряжения развертки на диапазоне 50 нс/дел с размахом 100...120 В.

При настройке каскада подбором сопротивлений делителя R8, R9 устанавливают напряжение на базе VT2, равное +5 В, а резистором R11 задают ток через стабилитрон VD3, равный 5 мА. Благодаря действию отрицательной обратной связи по постоянному току режимы всех транзисторов устанавливаются автоматически. Не-

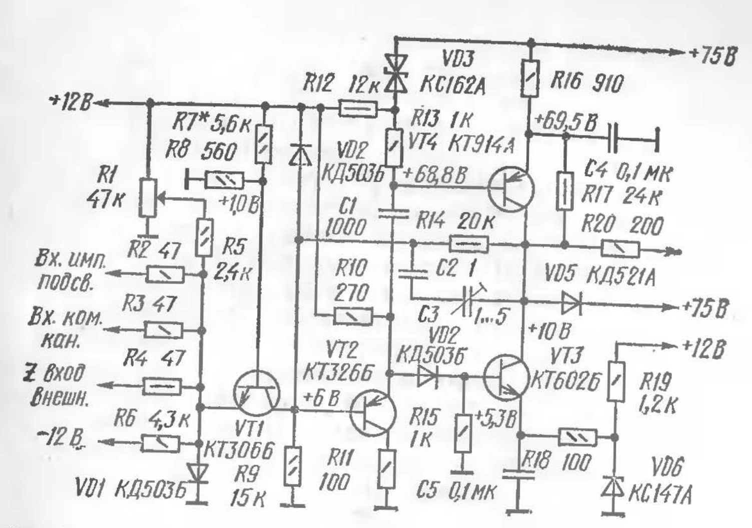


Рис. 3. Принципиальная схема усилителя канала яркости

обходимо лишь подобрать сопротивления резисторов R6 и R7 так, чтобы напряжения коллектор — эмиттер транзисторов VT3 и VT4 были примерно равны. Линейности выходного сигнала добиваются подстроечным конденсатором C3, в качестве которого, например, можно использовать конденсатор типа КТ4-21. Автор использовал самодельный трубчатый конденсатор с фторопластовым изолятором, у которого статором является отрезок латунной трубки диаметром 4 и длиной 6 мм, а ротором — латунный винт M1×6. В качестве остальных элементов схемы использовались резисторы типа МЛТ, конденсаторы C1, C7 — типа КМ; C4, C5 — типа КТ, C2, C6 — типа К73-17.

На рис. 3 приведена принципиальная схема усилителя канала яркости осциллографа, выходной каскад которого также работает в режиме двухтактного каскада с встречной динамической нагрузкой. При указанных на схеме номиналах усилитель характеризуется следующими параметрами: изменение уровня выходного напряжения регулятором яркости — от 10 до 30 В; максимальная амплитуда выходного сигнала — 70 В; длительность переднего и заднего фронтов выходного импульса — не более 40 нс.

Каскад на транзисторе VT1 включен по схеме с общей базой и является сумматором сигналов от различных источников: регулятора яркости, импульса подсвета луча на прямом ходу развертки, сигнала внешней модуляции луча по яркости, электронного коммутатора. С коллектора транзистора VT1 усиленный сигнал через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT2, поступает на выходной каскад, который выполнен на комплементарных транзисторах VT3 и VT4. Благодаря встречному включению этих транзисторов, работающих в активном усилительном режиме по схеме с общим эмиттером, и возбуждению их одним сигналом с выхода эмиттерного повторителя, образуется двухтактный выходной каскад со встречной динамической нагрузкой, который обеспечивает высокую скорость нарастания выходного напряжения импульса подсвета, то есть малую длительность фронтов. Это особенно важно при быстрых развертках для того, чтобы яркость луча была одинакова по всей длине развертки и не терялся передний фронт исследуемого сигнала.

Режим выходного каскада по постоянному току задается соответствующим выбором элементов базового смещения транзисторов VT3, VT4. Ток выходных транзисторов определяется резистором R16 и стабилитроном VD3 и выбран равным 6 мА. В связи с тем что устройство представляет собой усилитель постоянного тока, так как в нем отсутствуют переходные конденсаторы, для обеспечения необходимых напряжений на электродах транзисторов напряжение на эмиттере VT3 сдвинуто относительно общего провода на 5 В с помощью стабилитрона VD6.

Усилитель охвачен отрицательной обратной связью через резистор R14, сопротивлением которого можно изменять коэффициент усиления. Диоды VD1, VD2, VD5 служат для защиты соответствующих транзисторов от возможных перенапряжений.

При налаживании усилителя подбором сопротивлений делителя R7R8 устанавливают напряжение на базе транзистора VT1, равное +1 В, а подбором сопротивления резистора R12 — ток через стабилитрон VD3, равный 5 мА. Все остальные режимы транзисторов усилителя по постоянному току устанавливаются автоматически. Начальный сдвиг уровня выходного напряжения при отсутствии входного сигнала и при выведенном регуляторе яркости может быть изменен подбором сопротивления резистора R9. Подстроечным конденсатором C3 корректируют фронт выходного импульса.

Литература

1. Tektronix, 465 Oscilloscope, Instruction manual.
2. Tektronix, 453 Oscilloscope, Instruction manual.
3. Двухтактный усилительный каскад со встречной динамической нагрузкой.— Радио, 1976, № 9, с. 61.

АКТИВНЫЙ ЩУП К ОСЦИЛЛОГРАФУ

В. Трещун

При наблюдении формы сигнала в высокочастотных цепях, исследованиях пьезокерамики, импульсов цифровых интегральных схем с большим выходным сопротивлением входное сопротивление осциллографа должно быть также достаточно высоким, более 500 кОм, а его входная емкость — небольшой, 10...15 пФ. Большинство промышленных осциллографов обеспечивает указанные параметры, но лишь с входных клемм, без входного кабеля. Входной кабель длиной около метра вносит дополнительную емкость около 150 пФ, что часто искажает форму сигнала и, кроме того, может повлиять на функционирование исследуемого устройства. Осциллографы, снабженные входным активным щупом, пока еще встречаются редко, и они малодоступны радиолюбителю. Для уменьшения входной емкости кабеля возможно использование выносных делителей напряжения, однако их применение приводит к десятикратному ухудшению чувствительности осциллографа.

Для уменьшения входной емкости без ухудшения чувствительности предлагалось также использовать эмиттерные и истоковые повторители [1]. Но и этот способ характеризуется большим недостатком, который состоит в том, что с ростом частоты сигнала уменьшается допустимая амплитуда сигнала, поступающего на вход щупа. Так, в схемах указанной статьи ампли-

туда входного сигнала активного щупа не должна превышать 1 В на частотах 3, 6 и 10 МГц для трех разных схем. Искажения сигнала за пределами этих значений недопустимо велики.

Активный щуп, которым снабжен промышленный осциллограф типа С1-40, имеет более широкие пределы измерения по частоте с коэффициентом передачи напряжения сигнала, равным 0,7. Однако амплитуда исследуемого сигнала также не должна превышать 1 В [2].

Таким образом, исследование часто встречающихся сигналов — импульсных — при работе с цифровыми, особенно КМОП интегральными схемами, амплитуды которых достигают 10 В, с помощью перечисленных активных щупов не представляется возможным.

Предлагается конструкция активного щупа к осциллографу, в котором устранены указанные недостатки за счет использования лампового компенсированного катодного повторителя, с расширенным диапазоном наблюдения частоты и амплитуды сигнала. Щуп обладает следующими характеристиками:

амплитуда исследуемых сигналов — синусоидальных до 2 В, отрицательных импульсов до 1 В, положительных импульсов до 10 В;
диапазон частот исследуемого сигнала — до 14 МГц;
завал переднего фронта импульсов — не более 10 нс, заднего фронта импульсов — не более 15 нс;
входное сопротивление — 500 кОм при входной емкости не более 15 пФ;
коэффициент передачи входного сигнала — 0,5 с погрешностью не более 1 дБ.

Активный щуп имеет автономное питание от сети переменного тока напряжением 220 В и подключается к входу осциллографа, имеющему входное сопротивление не менее 100 кОм.

Принципиальная схема щупа представлена на рис. 1. Она содержит собственно щуп и узлы его блока питания.

Основными частями самого щупа являются входное и выходное устройства. Входное устройство выполнено на нувисторе 6С51Н, включенном по схеме катодного повторителя. Нувистор этого типа обладает большим значением крутизны характеристики анодного тока и малыми значениями междуэлектродных емкостей. Резистором R4 регулируется коэффициент передачи щупа и уровень выброса на переднем фронте исследуемого импульса в процессе наладки. Лампа VL1 предохраняет нувистор от перегрузки входным сигналом. Выходное устройство содержит корректирующий конденсатор C14 и переменный подстроечный резистор R18 для регули-

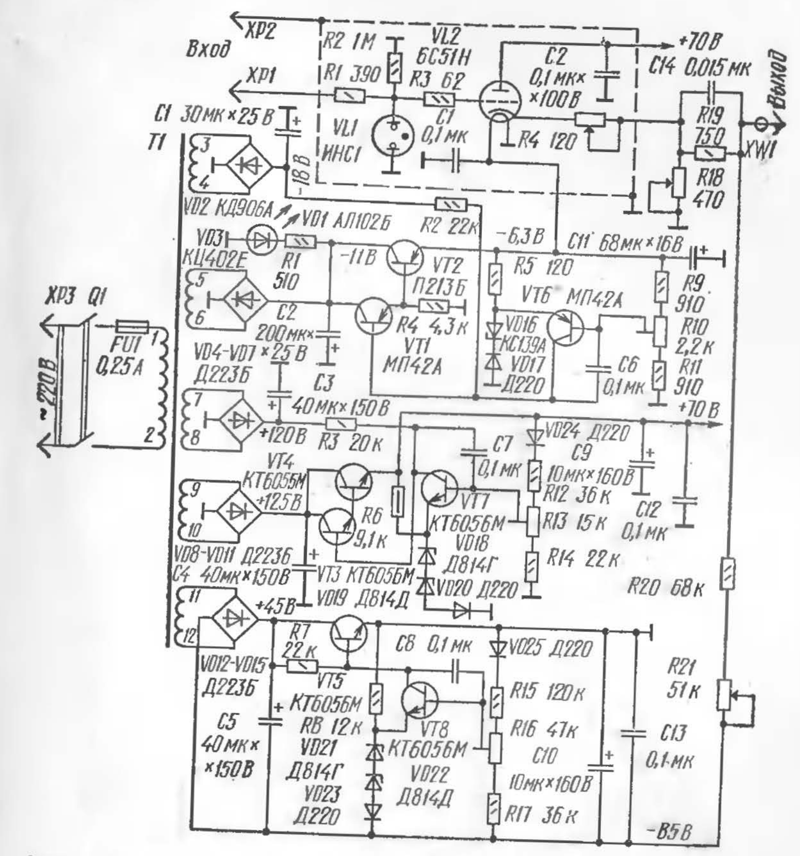


Рис. 1. Принципиальная схема щупа

ровки уровня выброса на заднем фронте прямоугольного импульса.

Блок питания состоит из силового трансформатора T1, выпрямителей, собранных по мостовым схемам, и трех стабилизаторов напряжения компенсационного типа. Стабилизатор напряжения накала нувистора собран на транзисторах VT1, VT2 и VT6; стабилизатор анодного напряжения собран на транзисторах VT3, VT4 и VT7; стабилизатор напряжения компенсации собран на транзисторах VT5 и VT8. Номинальные напряжения на выходах стабилизаторов устанавливаются соответ-

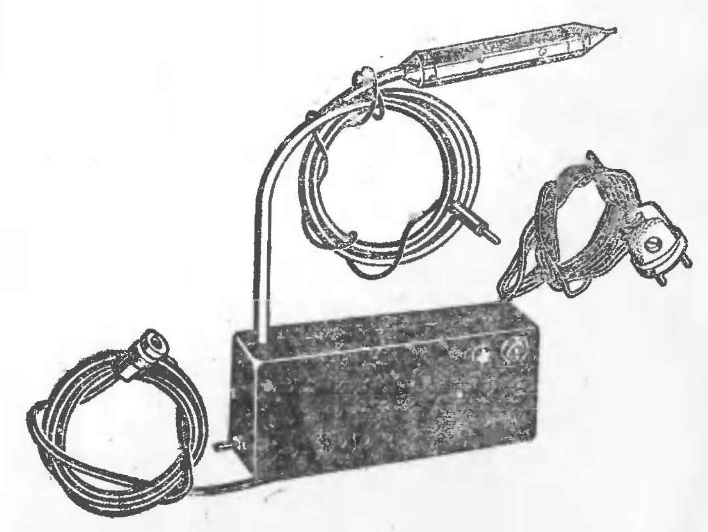


Рис. 2. Внешний вид щупа

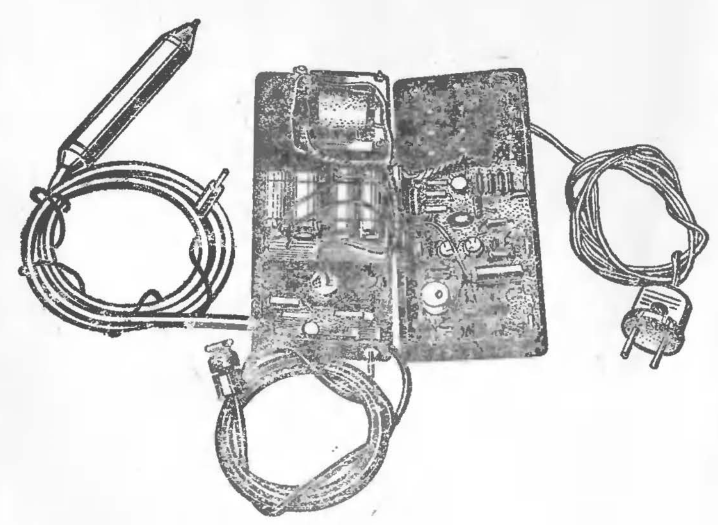


Рис. 3. Размещение элементов щупа внутри корпуса

ственно переменными резисторами R10, R13 и R16. Стабилизированное питание нувистора гарантирует постоянство коэффициента передачи щупа при колебаниях сетевого напряжения и отсутствие чрезмерных пульсаций выпрямленных напряжений, которыми может оказаться промодулирован исследуемый сигнал. Диоды VD17, VD20, VD23—VD25 осуществляют температурную компенсацию стабилизированных напряжений. Светодиод VD1 является сигнальным.

Внешний вид активного щупа показан на рис. 2. Он состоит из пластмассового корпуса с блоком питания и выходным устройством и выносного пробника, в котором размещено входное устройство. Размещение элементов схемы внутри корпуса показано на рис. 3. Выносной пробник соединен с блоком питания кабелем длиной 1 м, выходное устройство соединяется с входом осциллографа кабелем длиной 2 м. Переменный резистор компенсации постоянного выходного напряжения R21 выведен наружу пластмассового корпуса для возможности оперативной регулировки. Размеры пластмассового корпуса 180×80×45 мм.

Сетевой трансформатор выполнен на сердечнике из пластин Ш-17 при толщине набора 24 мм. Катушка трансформатора имеет следующие намоточные данные (провод ПЭЛ или ПЭВ):

обмотка 1—2 — 2690 витков, 0,1 мм, напряжение 220 В;
обмотка 3—4 — 200 витков, 0,1 мм, напряжение 16 В;
обмотка 5—6 — 120 витков, 0,29 мм, напряжение 10 В;
обмотка 7—8 — 1100 витков, 0,1 мм, напряжение 90 В;
обмотка 9—10 — 1220 витков, 0,1 мм, напряжение 100 В;
обмотка 11—12 — 1410 витков, 0,1 мм, напряжение 115 В.

Транзистор стабилизатора анодного напряжения VT4 устанавливается на радиатор площадью поверхности 6 см² для охлаждения.

При отсутствии транзисторов, указанных на схеме, они могут быть заменены: вместо П213Б можно использовать П216, П217; вместо МП42А — МП25, МП40; вместо КТ605БМ — П308, П309, КТ503Д или КТ503Е. Подбор транзисторов не требуется.

Налаживание активного щупа начинают с установки питающих напряжений на выходах стабилизаторов. Напряжения должны соответствовать указанным на

схеме. Напряжения измеряются относительно общего провода. Затем производится настройка щупа. Для этого выход подключают к осциллографу, переменные резисторы R4 и R18 устанавливают в положения, соответствующие максимальным сопротивлениям, а на вход подают сигнал от генератора прямоугольных импульсов положительной полярности амплитудой 10 В. При этом можно использовать промышленный генератор типа Г5-48 или аналогичный ему с длительностью фронтов не более 10 нс. При отсутствии промышленного генератора импульсов можно использовать самодельный импульсный генератор, собрав его на микросхемах ТТЛ серий 130, 133 или 155 [3]. С помощью регулировки переменным резистором R4 добиваются минимального выброса на переднем фронте импульса, наблюдаемого на экране осциллографа. Затем переменным резистором R18 устанавливается минимальный выброс на заднем фронте импульса. Эта настройка неоднозначна и может выполняться при разных положениях переменных резисторов. Следует их отрегулировать таким образом, чтобы коэффициент передачи щупа был равен 0,5.

При использовании активного щупа наблюдение сигналов частотой выше 200 кГц можно вести при открытом и закрытом входе осциллографа. На более низких частотах сигнала следует использовать открытый вход. При наблюдении сигналов переменного тока со значительной постоянной составляющей напряжения необходимо подавать сигнал на вход щупа через разделительный конденсатор емкостью не менее 0,1 мкФ с рабочим напряжением не менее суммы постоянной составляющей и амплитуды исследуемого сигнала. Этот разделительный конденсатор должен обладать малым током утечки. Поэтому предпочтительнее использовать пленочные конденсаторы. Перед началом наблюдений при помощи переменного резистора R21 производится компенсация выходного постоянного напряжения так, чтобы на выходной клемме оно было равно нулю.

Литература

1. В помощь радиолюбителю. Вып. 95.— М.: ДОСААФ, 1986, с. 12.
2. Осциллограф С1-40. Техническое описание.
3. Мальцева Л. А., Фромберг Э. М. Основы цифровой техники.— М.: Радио и связь, 1986, рис. 17, 18.

ЗВУКО-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

ПРОСТЫЕ КВАЗИСЕНСОРНЫЕ КОММУТАТОРЫ

А. Шейко

В современной аппаратуре звуковоспроизведения широкое распространение получают сенсорные и квазисенсорные коммутаторы со светодиодной индикацией включенного канала. В статье предлагаются простые схемы коммутаторов с использованием маломощных тиристоров.

Устройство, показанное на рис. 1, позволяет подключать один из четырех источников стереофонического сигнала ко входу усилителя в диапазоне частот до 200 кГц при максимальной амплитуде сигнала 8 В. Коэффициент нелинейных искажений, вносимых коммутатором при напряжении сигнала 1 В в диапазоне частот до 20 кГц, не превышает 0,02 %. Подавление проникания сигнала из канала в канал составляет 70 дБ, подавление прямого прохождения сигнала через закрытый канал — 66 дБ. Входное сопротивление усилителя не менее 100 кОм.

Коммутатор состоит из схемы управления, собранной на маломощных тиристорах VS1—VS4 КУ101А с индикацией включенного канала светодиодами HL1—HL4, и переключателя на микросхемах DD1 и DD2. Сигналы с одного из входных соединителей XS1—XS4 коммутируются на выходной соединитель XP1. Через соединитель XP1 также поступает на коммутатор питание.

Ключи микросхем при подаче на входы E напряжения +15 В закрыты, при подаче напряжения —15 В — открыты.

При подаче на схему коммутатора напряжения питания тиристоры закрыты, конденсаторы разряжены, светодиоды не светятся. Напряжения на анодах тиристоров составляют +15 В и все ключи обеих микросхем закрыты. При кратковременном нажатии на одну из кнопок, например SB1, тиристор VS1 открывается, загорается светодиод HL1, индицируя включение сигналов с первого входа, конденсаторы C1 и C4 заряжаются через открытый тиристор и через HL2, R3 и HL4, R5

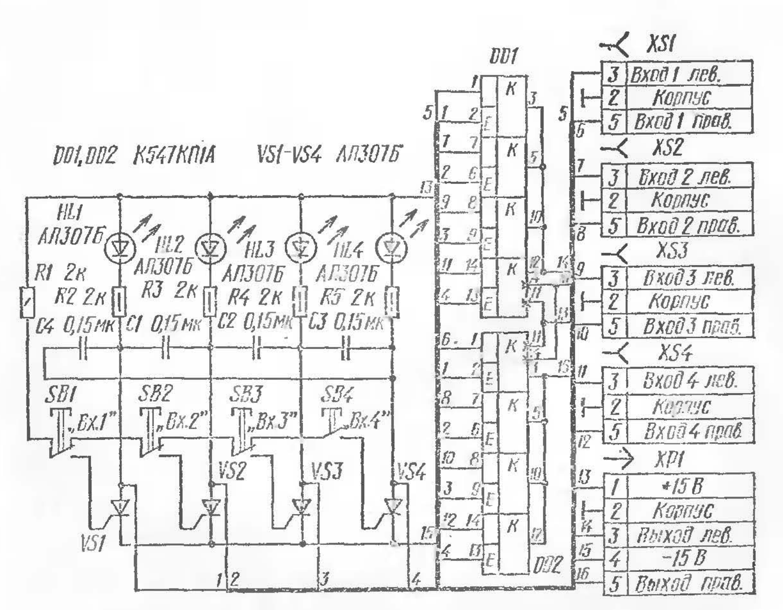


Рис. 1. Принципиальная схема коммутатора (VS1—VS4 КУ101А)

соответственно. Напряжение —15 В с анода открытого тиристора поступает на входы 2 микросхем, открывая их первые ключи. В результате сигналы с соединителя XS1 через открытые ключи микросхем проходят на соединитель XP1.

Если теперь нажать другую кнопку, например SB2, откроется тиристор VS2 и минус с его анода откроет вторые ключи микросхем, на соединитель XP1 будут поданы сигналы с соединителя XS2. Одновременно заряженный конденсатор C1 окажется подключен минусом к аноду тиристора VS1, а плюсом — к его катоду через открытый тиристор VS2. Это приведет к закрыванию тиристора VS1 и первых ключей микросхемы, то есть к отключению соединителя XS1 от соединителя XP1. Затем произойдет соответствующий перезаряд конденсаторов, в результате которого заряженными окажутся конденсаторы C1 (но уже в обратной полярности) и C2, подключенные к аноду открытого тиристора. Аналогично происходит закрывание первого тиристора, если нажать не вторую, а третью кнопку: теперь минус с анода третьего тиристора через незаряженные конден-

Рис. 2. Схема блока фиксированных настроек

саторы C2 и C3 поступает на плюсовые обкладки C1 и C4, так же, как и при нажатии второй кнопки, приводя к появлению минуса на аноде первого тиристора относительно его катода.

Четыре кнопки схемы управления соединены между собой таким образом, что одновременное открывание двух тиристоров при нажатии двух кнопок исключено. Однако если такой режим управления требуется, можно использовать только замыкающие контакты кнопок, подключенные к управляющим электродам тиристоров, соединив подвижные их контакты с резистором R1.

Квазисенсорный коммутатор можно преобразовать в сенсорный. Для этого кнопки и резистор R1 исключаются, а тиристоры КУ101А заменяются тиристорами КУ103В. Управляющие электроды тиристоров через резисторы сопротивлением 1...2 кОм соединяются с сенсорными контактными площадками. Для переключения входа нужно коснуться одной из сенсорных площадок, наводимой ЭДС достаточно для уверенного включения тиристоров КУ103В.

В схему тюнера или радиоприемника, настройка которого производится с помощью варикапов, можно ввести блок фиксированных настроек, схема которого показана на рис. 2.

Принцип включения одного из тиристоров и его индикации с помощью светодиода не отличается от рассмотренного принципа действия схемы управления коммутатора. Здесь при включении соответствующего тиристора напряжение +30 В подается на один из переменных резисторов фиксированной настройки R6—R9, а с движка этого резистора через схему ИЛИ на диодах VD1—VD4 на варикапы тюнера или приемника. Диоды

предотвращают влияние переменных резисторов одного на другой, так как из четырех диодов открыт только тот, который находится в цепи открытого тиристора. Потенциал его катода, а следовательно, катодов всех диодов, положителен, потенциалы же анодов тех диодов, которые находятся в цепях закрытых тиристоров, равны нулю.

Количество коммутируемых каналов не ограничивается четырьмя, для их увеличения нужно увеличить количество тиристорных управляющих ячеек и ключей.

В налаживании рассмотренные схемы не нуждаются.

При отсутствии указанных на схемах элементов можно использовать любые маломощные незапираемые тиристоры, любые резисторы и конденсаторы (кроме электролитических), кремниевые маломощные диоды. Вместо микросхем К547КП1А можно использовать К547КП1Б, К168КТ2В, К190КТ1 или К190КТ2.

Литература

Козловский В. Электронные коммутаторы в усилителях НЧ.— Радио, 1981, № 5—6, с. 42—43.

Сбоев Ю. Сенсорное устройство на тиристорах.— Радио, 1978, № 1, с. 38.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА И АВТОМАТИКА

ПРОСТОЕ УСТРОЙСТВО «БЕГУЩИЕ ОГНИ»

В. Раманчаускас

В радиолюбительской литературе неоднократно приводились описания самых разнообразных переключателей новогодних гирлянд. Наибольший интерес из них представляют собой переключатели, позволяющие получить эффект «бегущие огни». Однако подобные устройства обычно бывают собраны с применением цифровых микросхем и тиристоров, которые еще достаточно дефицитны, особенно для начинающих радиолюбителей. Поэтому предлагается вариант переключателя четырех гирлянд, который собран по простейшей схеме без использования дефицитных радиоэлементов. Переключатель прост в работе и налаживании и может быть собран за кратчайшее время. Он состоит из транзисторного мультивибратора, электронного ключа и релейного триггера, который через дешифратор управляет очередностью зажигания гирлянд.

Схема переключателя показана на рис. 1.

Мультивибратор собран на транзисторах VT1 и VT2 по симметричной схеме с коллекторно-базовыми емкостными связями. С помощью переменного резистора R3 можно регулировать частоту его колебаний, а следовательно, и скорость переключения гирлянд. На транзисторе VT3 собран электронный ключ, который управляет включением реле К1. Диод VD5 защищает транзистор от перенапряжения, возникающего при запирании транзистора за счет ЭДС самоиндукции обмотки реле. Триггер собран на реле К2 с зарядно-разрядным конденсатором С3.

Устройство работает следующим образом. Допустим, что при включении питания левый по схеме транзистор мультивибратора открыт, а правый заперт. Ключ также заперт, реле К1 обесточено и его контакты К1.1 разомкнуты. При этом реле К2 обесточено и конденсатор С3 заряжается до напряжения источника питания через резистор R7 и замкнутые контакты 3-4 реле К2.1. Когда мультивибратор переключится и откроется его правый транзистор, он своим эмиттерным током откроет ключ

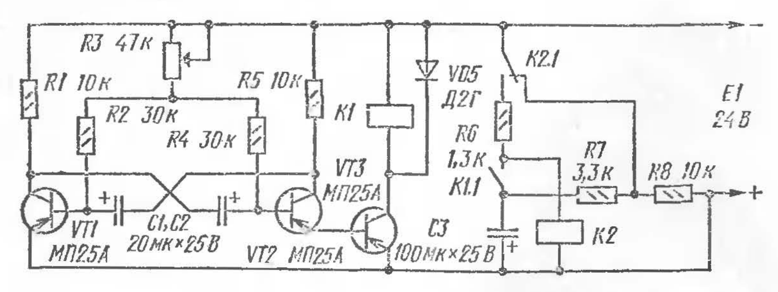


Рис. 1. Принципиальная схема переключателя

и сработает реле К1. Через замкнутые контакты К1.1 заряженный конденсатор С3 окажется подключен к обмотке реле К2 и оно сработает. Контакты К2.1 переключатся — замкнутся. Конденсатор С3 частично разрядится на обмотку реле, оставшееся на нем напряжение будет равно падению напряжения на обмотке от тока, протекающего через контакты К2.1 и резистор R6. Далее вновь происходит переключение мультивибратора, реле К1 отпускает, и контакты К1.1 размыкаются. В течение этого такта реле К2 продолжает оставаться включенным за счет тока, протекающего через резистор R6, а конденсатор С3 разряжается до нуля через резисторы R7 и R8. При следующем переключении мультивибратора вновь срабатывает реле К1 и замыкаются контакты К1.1, которыми полностью разряженный конденсатор С3 подключается к обмотке реле К2, отводя на себя ток, протекавший по обмотке. В результате реле К2 отпускает, контакты К2.1 переключаются в исходное положение и происходит частичная зарядка конденсатора С3 до напряжения, которое определяется падением напряжения на обмотке реле за счет тока, протекающего от источника через резистор R7 и замкнутые контакты К1.1. Для срабатывания реле К2 этот ток недостаточен. При следующем переключении мультивибратора реле К1 отпускает, контакты К1.1 размыкаются, и конденсатор С3 заряжается полностью до напряжения источника питания. Затем весь процесс повторяется. Таким образом, реле К2 срабатывает вдвое реже, чем реле К1, и эквивалентно триггеру — делителю частоты.

Дешифратор с гирляндами показан на рис. 2. Поочередное переключение гирлянд осуществляется вто-

Рис. 2. Схема дешифратора

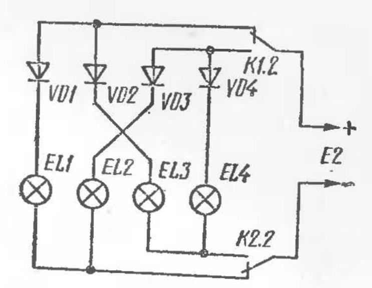
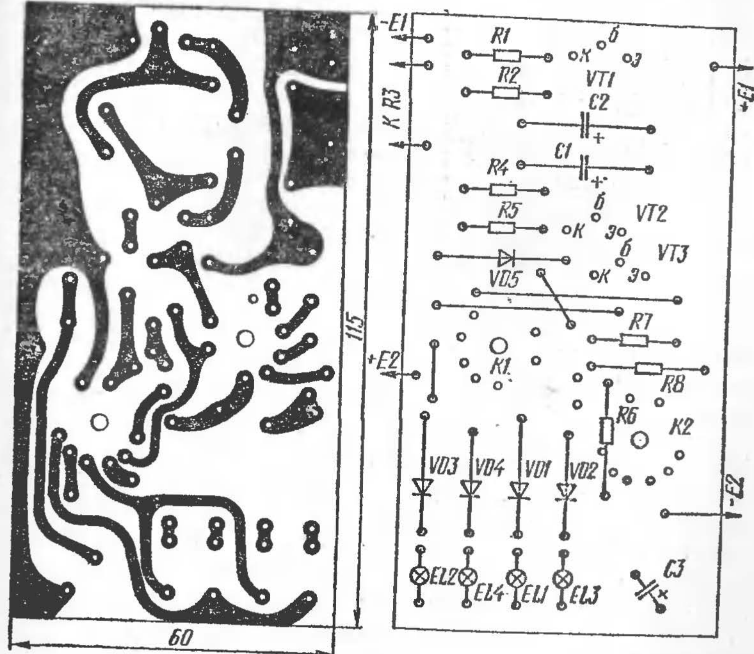


Рис. 3. Печатная плата



рыми группами контактов реле К1.2 и К2.2 через коммутирующие диоды VD1—VD4, которые обеспечивают в течение каждого такта горение только одной гирлянды. Зажигание гирлянд происходит в последовательности EL1—EL2—EL3—EL4—EL1 и т. д. Напряжение источника питания постоянного тока E2 должно соответствовать номинальному напряжению гирлянд. Если в качестве источника E2 использовать переменное напряжение, оно должно быть примерно в два раза

3 7–3611

больше номинального напряжения гирлянд, так как диоды пропускают только положительную полуволну напряжения. При питании гирлянд переменным током диоды можно исключить, заменив их перемычками, тогда напряжение E2 должно соответствовать номинальному напряжению гирлянд, но при этом одна, включаемая, гирлянда будет гореть нормально, а остальные три, которые должны быть погашены, будут светиться в треть накала.

Мультивибратор и электронный ключ в налаживании не нуждаются. В схеме релейного триггера может потребоваться подбор сопротивлений резисторов R6 и R7. Сопротивление резистора R6 подбирается так, чтобы после размыкания контактов K1.1 включенное реле K2 не отпускало. Сопротивление резистора R7 при замыкании контактов K1.1 после выключения реле K2 не должно приводить к его повторному срабатыванию.

В переключателе можно использовать следующие детали. Транзисторы МП25 или МП26 с любым буквенным индексом. Диоды VD1—VD4 выбираются соответственно гирляндам по их рабочему току и напряжению. При питании гирлянд от источника переменного тока обратное напряжение диодов должно быть не менее амплитудного значения напряжения E2 (в 1,4 раза больше эффективного значения). Резисторы и конденсаторы — любого типа. Диод VD5 должен быть рассчитан на обратное напряжение не менее 50 В. Реле типа РЭС9, паспорт РС4.524.200П2, или любые другие с двумя группами переключающих контактов, сопротивлением обмотки 500 Ом, током срабатывания от 20 до 40 мА. Контакты реле должны выдерживать ток, потребляемый гирляндами.

Монтаж устройства выполняется на печатной плате размером 60×115 мм из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса. Конфигурация печатных проводников и расположение элементов схемы на плате показаны на рис. 3.

СВЕТОМУЗЫКАЛЬНЫЕ «БЕГУЩИЕ ОГНИ»

В. Турухин

Светомузыкальное оформление, сопровождающее выступления инструментальных ансамблей, все чаще использует эффект «бегущих огней». Различия между подобными установками состоят в конструкции выходного оптического устройства и в количестве каналов переключателя, а также в том способе, каким последовательность звуков преобразуется в последовательность световых вспышек. Скорее всего, именно в этом состоит причина того, что в последнее время в технической литературе все чаще появляются описания подобных установок, а не цветомузыкальных устройств с традиционным разделением каналов по частоте звукового сигнала. При хорошем зрительном эффекте такие светомузыкальные установки оказываются проще по конструкции и легче поддаются настройке.

Один из вариантов несложного светомузыкального переключателя может быть построен с использованием многофункциональной микросхемы К176ИЕ12. КМОП микросхема К176ИЕ12 разработана для использования в электронных часах и содержит генератор и два делителя частоты. Один делитель имеет коэффициент деления, равный 256, второй — 60. Первый делитель частоты работает непосредственно от генератора и имеет четыре раздельных выхода. Импульсы на этих выходах сдвинуты один относительно другого на время, равное их длительности, а скважность этих импульсов равна 4. В схемах электронных часов эти импульсы используются для коммутации разрядов при динамической индикации. Особенность использования микросхемы К176ИЕ12 в рассматриваемом устройстве состоит в том, что генераторная часть микросхемы выполняет функции усилителя звуковой частоты, а делитель частоты с коэффициентом деления 60 не используется. Последовательность импульсов с четырех выходов первого делителя поступает для управления тиристорами, которыми поочередно включаются источники света. Таким образом, скорость «бегущего огня» определяется частотным составом звукового сигнала.

Принципиальная схема установки управления источниками света приведена на рис. 1. Напряжение звуковой частоты с линейного выхода источника сигнала поступает на регулятор уровня R1, который позволяет

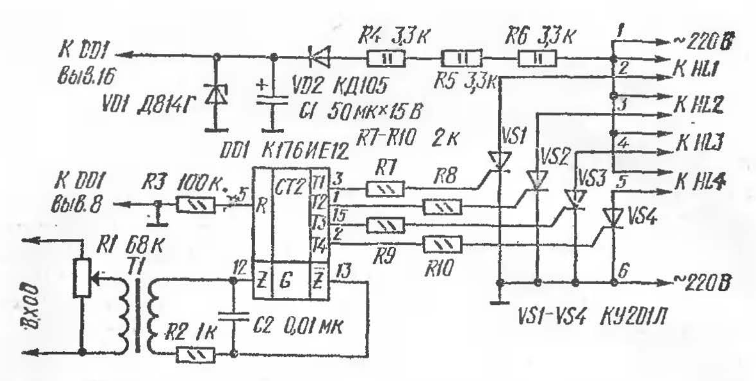


Рис. 1. Принципиальная схема установки управления источниками света

скомпенсировать различия в уровнях сигнала от разных источников. Затем через разделительный трансформатор T1 сигнал подводится к выводам 12 и 13 микросхемы, которые в электронных часах обычно используются для подключения кварцевого резонатора. Фильтр нижних частот R2C2 предназначен для подавления высших гармонических составляющих сигнала и подчеркивания основной мелодии. В микросхеме усиленный сигнал поступает на делитель частоты, который через каждые 256 импульсов переключает уровень логической 1 с одного из выходов на следующий в очередности 3—1—15—2—3 и т. д. Положительные импульсы с указанных выходов через резисторы R7—R10 поочередно подаются на управляющие электроды тиристоров, отпирая их и обеспечивая поочередное зажигание источников света HL1—HL4. Таким образом реализуется эффект «бегущего огня».

Питание микросхемы осуществляется без сетевого трансформатора, что значительно снижает габариты устройства и упрощает конструкцию. Однако такой способ питания приводит к необходимости использования входного трансформатора T1, который обеспечивает гальваническую развязку между источником сигнала и питающей сетью. В противном случае прикосновение к шасси, осям органов управления, которые соединены с общим проводом, источника сигнала (магнитофона, проигрывателя и др.) оказалось бы опасным.

В налаживании устройство не нуждается. Необходимо лишь помнить о том, что общий провод, а значит, и все элементы устройства связаны с сетью переменного тока. Поэтому прикосновение к любой точке схемы при включенном питании недопустимо. По этой же причине корпус устройства должен быть выполнен из изоляционного материала без применения винтов, соединенных с токоведущими цепями схемы, головки которых выходят наружу. Выключатель сетевого напряжения, расположенный в выходном оптическом устройстве, должен обязательно разрывать оба сетевых провода, а предохранитель, выбор которого определяется током потребления источников света, может быть включен в разрыв одного из сетевых проводов.

При использовании тиристоров КУ202Л (можно заменить на КУ202Н) с установкой их на печатной плате без дополнительных радиаторов суммарная мощность ламп в каждом из четырех каналов не должна превышать 400 Вт. При этом целесообразнее использовать маломощные лампы, например по 60 Вт, соединяя их параллельно, так как более мощные лампы обладают большей тепловой инерционностью. В связи с тем что открытые тиристоры пропускают ток лишь в течение положительной полуволны сетевого напряжения, для получения нормальной яркости свечения ламп можно использовать лампы, рассчитанные на номинальное напряжение питания 127 В. При использовании тиристоров КУ201Л без теплоотвода суммарная мощность ламп каждого канала не должна превышать 100 Вт. Если же тиристоры будут установлены не на печатной плате, а на радиаторах, мощность ламп можно увеличить до 2 кВт для КУ202Н и до 400 Вт для КУ201Л. Могут быть использованы и тиристоры других типов, рассчитанные на коммутацию напряжения не менее 300 В, например симметричные тиристоры (симисторы) КУ208Г. При использовании симисторов, конечно, применяются лампы, рассчитанные на номинальное напряжение 220 В.

При отсутствии высоковольтных тиристоров или симисторов можно использовать аналогичные приборы, рассчитанные на коммутацию меньшего напряжения. Однако в этом случае придется использовать и лампы, рассчитанные на соответствующее напряжение, а питание подавать не непосредственно от сети, а через понижающий трансформатор. Этот трансформатор одновременно будет выполнять и функции развязки источ-

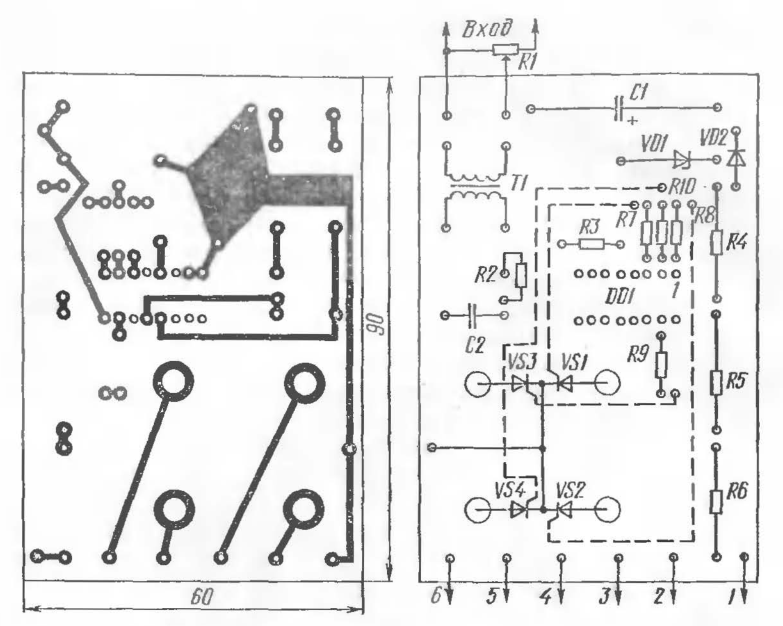


Рис. 2. Печатная плата

ника сигнала от сети, поэтому отпадет необходимость в применении входного трансформатора.

Входной трансформатор может быть выполнен на магнитопроводе от любого выходного или согласующего трансформатора транзисторного приемника. Коэффициент трансформации 1 : 1 при количестве витков каждой обмотки в пределах от 500 до 1500. Диаметр провода не имеет значения. Основное требование к входному трансформатору состоит в надежной изоляции вторичной обмотки от первичной и первичной обмотки от магнитопровода. Поэтому при намотке необходимо обеспечить отсутствие проваливания витков у краев намотки, а между первичной и вторичной обмотками необходимо проложить два слоя бумаги и два слоя лакоткани.

Диод КД105 может быть использован с любым буквенным индексом или заменен на Д226 либо Д7Е или Д7Ж. Вместо стабилитрона Д814Г можно использовать Д814Д, Д811, Д813 или КС212Ж.

Если питание ламп будет производиться пониженным напряжением с использованием понижающего трансформатора и низковольтных ламп, целесообразно также пониженным напряжением питать выпрямитель микросхемы с заменой резисторов R4—R6. Так, при использовании напряжения питания 24 В вместо трех резисторов достаточно установить один сопротивлением 1кОм и мощностью 0,5 Вт.

Схема устройства может быть усложнена. Так, выводы 4 и 6 микросхемы можно использовать для запуска лампы-вспышки.

Рисунок проводников печатной платы и расположение элементов схемы на ней показаны на рис. 2.

При сборке устройства необходимо обратить особое внимание на условия обращения с микросхемами, собранными на КМОП транзисторах [1].

Литература

1. Алексеев С. Применение микросхем серии К176.— Радио, 1984, № 4. с. 25—28.
2. Алексеев С. Применение микросхем серии К176.— Радио, 1984, № 5, с. 36—40.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ БЕСКОНТАКТНОЕ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

В. Новожилов

Автоматическое бесконтактное переключающее устройство (АБПУ) предназначено для последовательной коммутации до десяти электрических цепей. Оно может оказаться хорошим помощником в световой организации демонстрационных и выставочных залов, клубов, дискотек, а также может быть с успехом использовано радиолюбителями для коммутации различных цепей. Частоту переключения цепей в АБПУ можно изменять в широких пределах. Предусмотрена также возможность в процессе переключения зафиксировать любой канал на длительное время, продолжить коммутацию либо вернуться в начальное положение с любого положения и с этого положения продолжать коммутацию в прежней последовательности. Номер каждого включенного канала высвечивается светодиодным индикатором, что позволяет непосредственно наблюдать за частотой переключения каналов.

Отличительной особенностью устройства является отсутствие каких бы то ни было механических контактных групп, склонных к обго-

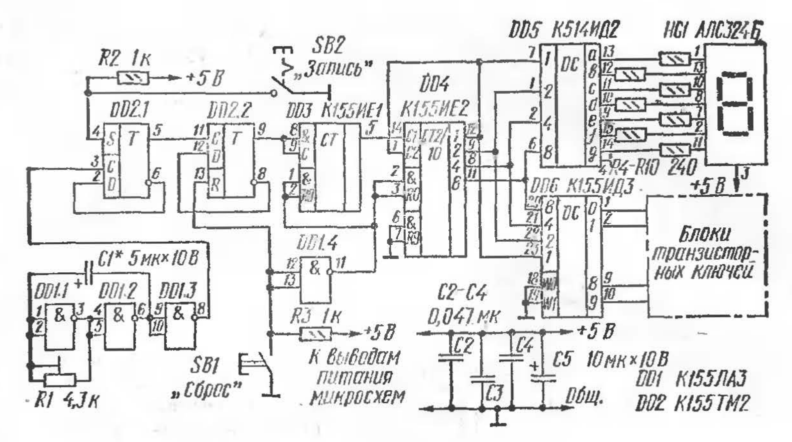


Рис. 1. Принципиальная схема АБПУ

ранию при коммутации цепей с повышенным током нагрузки, что обеспечивает повышенную надежность, а также отсутствие в процессе коммутации радиопомех. Питание АБПУ производится от встроенного стабилизированного выпрямителя с выходным напряжением 5 В±10 %. Потребляемый устройством ток от источника питания при токовой нагрузке на каждый канал до 3 А не превышает 100 мА. Поэтому его можно питать также и от набора сухих гальванических элементов, имеющихся в широкой продаже.

Принципиальная схема АБПУ приведена на рис. 1. Устройство собрано на пяти микросхемах серии К155 и одной — К514. На элементах DD1.1—DD1.3 выполнен генератор прямоугольных импульсов. С помощью переменного резистора R1 можно вручную изменять частоту генерации. Импульсы с выхода генератора поступают на вход делителя частоты, который состоит из двух последовательно включенных делителей на 2 (D-триггеры микросхемы DD2) и делителя на 10 (DD3). Таким образом, коэффициент деления равен 40. Импульсы с частотой повторения в 40 раз меньшей частоты задающего генератора поступают далее на двоично-десятичный 4-разрядный счетчик DD4, работающий в коде 1—2—4—8, выходы которого подключены к дешифраторам DD5 и DD6. Дешифратор DD5 управляет контрольным семисегментным светодиодным индикатором HG1, а к выходам дешифратора DD6 подключены блоки десяти транзисторных ключей. В процессе счета импульсов транзисторные ключи поочередно открываются, управляя включением тех или иных цепей.

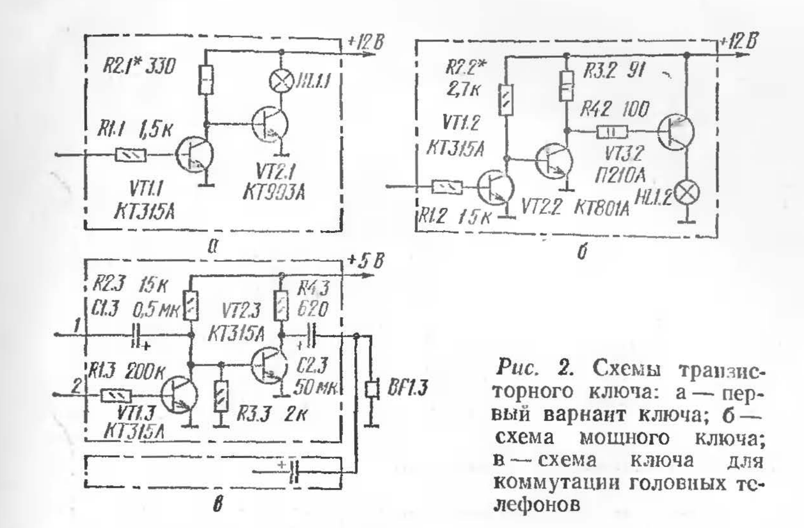


Рис. 2. Схемы транзисторного ключа: а — первый вариант ключа; б — схема мощного ключа; в — схема ключа для коммутации головных телефонов

При подаче уровня логического 0 на вход S элемента DD2.1 нажатием кнопки с фиксацией SB2 счет прекращается, и счетчик хранит ранее полученную информацию. Таким образом, на неограниченное время остается включенным тот транзисторный ключ, который был включен в момент нажатия кнопки. При повторном нажатии кнопки SB2 на вход S элемента DD2.1 поступает уровень логической 1, счет импульсов возобновляется и происходит дальнейшее переключение транзисторных ключей.

При нажатии на кнопку без фиксации SB1 делители DD2, DD3 и счетчик DD4 устанавливаются в нулевое состояние и после отпускания этой кнопки, если кнопка SB2 разомкнута, счет начинается с 1.

Блоки транзисторных ключей могут быть реализованы по самым различным схемам в зависимости от характера коммутируемой нагрузки — номинальных значений напряжения и тока. На рис. 2 показаны некоторые возможные варианты схемного выполнения транзисторных ключей.

Транзисторный ключ, схема которого показана на рис. 2, а, рассчитан на ток нагрузки до 1 А, однако в том случае, если выходной транзистор будет снабжен теплоотводом, ток нагрузки может быть увеличен до 3 А. Если вместо транзистора КТ315А использовать КТ315И,

номинальное напряжение нагрузки и напряжение питания ключа может быть увеличено до 60 В. Допустим, что вход этого ключа присоединен к выходу 3 дешифратора D6. Когда на входы дешифратора будет подан код, соответствующий десятичному числу 2, на выходе 3 дешифратора окажется низкий потенциал, соответствующий уровню логического 0. Транзистор VT1.1 окажется заперт, а транзистор VT2.1 открыт до насыщения, и нагрузка окажется под током. При смене кода на входе дешифратора на его выходе 3 появится высокий потенциал, соответствующий уровню логической 1. Транзистор VT1.1 откроется, а транзистор VT2.1 закроется. Нагрузка будет выключена. Сопротивление резистора R2.1 подбирается таким, чтобы насытить выходной транзистор в открытом его состоянии. В качестве нагрузки на схеме показана лампа накаливания, но можно использовать и другие потребители.

На рис 2, б показана схема мощного ключа, выходной каскад которого собран на транзисторе П210А. Для использования выходного p-n-p транзистора здесь понадобилось добавить к предыдущей схеме один инвертирующий каскад. При указанных на схеме сопротивлениях резисторов ключ обеспечивает в нагрузке ток 0,6 А. При уменьшении сопротивления резистора R2.2 увеличивается ток базы транзистора VT2.2 при запертом транзисторе VT1.2, уменьшается сопротивление коллектор — эмиттер VT2.2, что приводит к увеличению тока базы выходного транзистора и соответствующему увеличению тока нагрузки. При сопротивлении резистора R2.2, равном 1 кОм, ток нагрузки достигает 1,8 А. Для дальнейшего увеличения тока нагрузки нужно уменьшать сопротивления всех трех резисторов с соответствующим увеличением их мощности рассеяния.

На рис. 2, в показана схема одного из вариантов транзисторного ключа для коммутации головных телефонов. На транзисторе VT2.3 собран однокаскадный усилитель звуковой частоты. Транзистор VT1.3 используется в ключевом режиме. Вход 1 блока подключается к источнику звукового сигнала, а вход 2 — к одному из выходов дешифратора DD6. Когда на выходе дешифратора, к которому подключен блок, потенциал соответствует уровню логического 0, транзистор VT1.3 заперт, на работу схемы не влияет и входной сигнал усили-

вается усилителем. Когда же на вход 2 поступает потенциал, соответствующий уровню логической 1, транзистор VT1.3 отпирается. При этом выходной транзистор запирается и сигнал на выход не проходит. Если головные телефоны подключены к выходам нескольких блоков транзисторных ключей, входы 2 которых соединены с выходами дешифратора, можно будет поочередно прослушивать звуковые сигналы от разных источников, подключенных ко входам 1 ключей, выбирая тот сигнал, который необходим.

Конструктивно АБПУ может быть выполнено либо в виде отдельного устройства, либо в виде составного модуля какого-либо аппарата, в зависимости от выбранного назначения. Расположение элементов схемы произвольное. Конденсаторы C2—C4 должны быть подключены непосредственно к выводам питания микросхем DD2, DD3 и DD4 для обеспечения помехоустойчивости. Индикатор, кнопки управления и переменный резистор регулировки скорости коммутации целесообразно вывести на переднюю панель. Блоки транзисторных ключей при необходимости могут быть выполнены на отдельных платах и располагаться непосредственно около нагрузок. При этом они соединяются с цифровой частью АБПУ жгутом проводов, длина которого во избежание сбоев не должна превышать 10 м. Если выходные транзисторы ключей необходимо установить на теплоотводах, необходимо либо изолировать корпус транзистора от теплоотвода слюдяной прокладкой (при этом теплоотвод может быть электрически соединен с общей шиной), либо изолировать теплоотвод от общей шины (при этом транзистор может быть электрически соединен своим корпусом с теплоотводом). В последнем случае обеспечивается лучший отвод тепла.

Налаживание АБПУ начинают с проверки правильности монтажа согласно принципиальной схеме, после чего подключают питание с соблюдением полярности. Блоки транзисторных ключей пока не подключают. Правильно собранная цифровая часть устройства обычно начинает работать сразу, необходимо лишь с помощью осциллографа убедиться в наличии на выходе 8 элемента DD1 прямоугольных импульсов. В противном случае необходимо подобрать емкость конденсатора C1. Индикатор должен высвечивать периодически сменяющиеся цифры от 0 до 9, скорость переключения которых

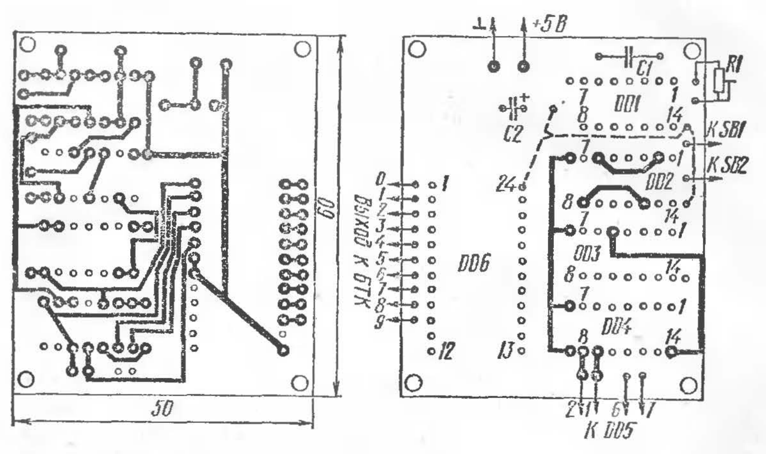


Рис. 3. Печатная плата АБПУ (I часть)

должна плавно регулироваться переменным резистором R1. При нажатии кнопки «Запись» счет должен прекратиться, а индикатор должен высветить какую-либо цифру. Допустим, что высвечивается цифра 8. Тогда с помощью осциллографа или вольтметра нужно проверить наличие уровня логического 0 на выходе 9 дешифратора DD6 и уровня логической 1 на остальных выходах этого дешифратора. При повторном нажатии на кнопку «Запись» вновь должна начаться поочередная смена цифр на индикаторе. Остановив счет на другой цифре, опять проверяют уровни на выходах дешифратора DD6. Так проверяются все 10 выходов этого дешифратора, причем уровень логического 0 должен быть только на том выходе, который соответствует цифре, высвеченной индикатором. При на-

Рис. 4. Печатная плата АБПУ (II часть)

жатии кнопки «Сброс» индикатор должен высвечивать цифру 0. После этого несколько раз выключают и вновь включают питание. Генератор должен надежно запускаться, в противном случае следует заново подобрать емкость конденсатора С1.

После налаживания цифровой части АБПУ можно к выходам дешифратора подключить блоки транзисторных ключей с их нагрузками. При налаживании ключей в зависимости от напряжения и тока нагрузки может понадобиться подбор сопротивлений резисторов для получения насыщенного состояния выходного транзистора в открытом состоянии.

Налаживание транзисторного ключа, схема которого показана на рис. 2, в, производится следующим образом. Не подавая на вход 1 сигнал, устанавливают кнопкой «Запись» на входе 2 ключа уровень логического 0 и подбором сопротивления резистора R2.3 добиваются получения напряжения на коллекторе транзистора VT2,3, равного +3 В. Затем подают на вход 1 сигнал от какого-либо источника и убеждаются в его неискаженности при помощи осциллографа, подключенного к головным телефонам. Уровень входного сигнала подбирается соответствующим регулятором уровня источника. Затем кнопкой «Запись» устанавливают на входе 2 ключа уровень логической 1. Звук в телефонах должен полностью исчезнуть. При этом может понадобиться подбор сопротивления резистора R1.3. На этом процесс налаживания заканчивается.

Чертеж печатной платы АБПУ приведен на рис. 3, 4.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЕСТИФАЗНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ГИРЛЯНД

В. Валенчюс

В сборнике «В помощь радиолюбителю», выпуск 88, с. 71—73 был описан шестифазный переключатель гирлянд, который можно легко усовершенствовать добавлением в схему лишь одного тумблера и использованием инверсного выхода последнего триггера. Изменения показаны на схеме рис. 1. Вход первого триггера пере-

ключается тумблером с прямого на инверсный выход последнего триггера.

В верхнем по схеме положении дополнительного тумблера схема работает так, как это описано в указанной статье. Если же тумблер переключить, работа схемы изменяется. Теперь после нажатия кнопки «Сброс» и установки переключателя S2 (ВРЛ № 88) в нижнее положение, как и раньше, происходит поочередное зажигание гирлянд, но при зажигании очередной гирлянды предыдущие не гаснут, а продолжают гореть. После того как зажгутся все шесть гирлянд, последовательно, начиная с первой, они будут гаснуть, пока не погаснут все шесть. Далее процесс повторяется. Зажигание или погасание очередной гирлянды происходит с каждым импульсом тактового генератора.

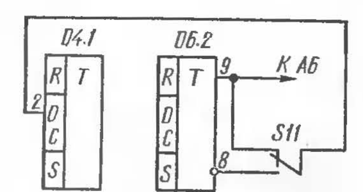


Рис. 1. Схема добавки

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

От составителя. Развитие видеомагнитофонной техники и значительное увеличение выпуска отечественных бытовых видеомагнитофонов привлекает внимание все большего числа радиолюбителей нашей страны. В связи с тем что цветные телевизоры отечественного производства рассчитаны на систему цветного телевидения СЕКАМ, а видеозаписи зарубежного производства выполнены чаще всего по системе ПАЛ, для воспроизведения этих записей в цвете необходима переделка телевизора путем введения в его схему декодирующего устройства, собранного по системе ПАЛ. Вместе с тем для сохранения возможности приема цветных телевизионных программ и воспроизведения отечественных видеозаписей в цвете необходимо также сохранение в схеме телевизора штатного декодирующего устройства, собранного по системе СЕКАМ. Такая задача может быть решена одним из двух способов: заменой имеющегося в телевизоре декодера СЕКАМ двухстандартным декодером СЕКАМ/ПАЛ или использованием декодера ПАЛ, выполненного в виде приставки к телевизору.

Телевизоры, оснащенные двухстандартными декодерами, выпускаются и за рубежом, и в нашей стране (например, «Рубин-Тесла» или «Шилялис-Ц-530»). Если схемы указанных отечественных телевизоров пока не публиковались, известна схема двухстандартного болгарского телевизора «София-81», которая помещена в журнале «Радио, телевизия, електроника», 1984, № 6. Основная трудность введения в схему цветного телевизора, выполненного по системе СЕКАМ, двухстандартного декодера состоит в необходимости использования микросхем зарубежного производства, отсутствующих в широкой продаже. Поэтому большой интерес представляет создание отдельного декодера ПАЛ в виде приставки к отечественному телевизору. Такая приставка была представлена автором публикуемой ниже статьи В. Кетнерсом на 33-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей. Основным достоинством этой приставки является то, что она собрана на обычных транзисторах, без использования дефицитных микросхем и сравнительно легко может быть подключена к цветному телевизору СЕКАМ любого типа. Конечно, сборка, налаживание и подключение такой приставки к телевизору требуют наличия у радиолюбителя достаточной квалификации и опыта. Типаж цветных телевизоров достаточно широк. В телевизорах УЛПЦТ(И) в разное время использовались блоки цветности БЦ-1, БЦ-2, БЦИ-1, в телевизорах УПИМЦТ в состав блока обработки сигналов БОС входили отдельные модули, выполняющие различные

функции, в телевизорах УСЦТ — модули цветности МЦ-2 и МЦ-1-2. В ограниченном объеме статьи нет возможности дать исчерпывающее руководство по подключению приставки к разнообразным цветным телевизорам. Поэтому автор приводит лишь общие рекомендации подключения приставки.

В связи с тем что в редакцию сборника, в редакцию журнала «Радио» и в Радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба СССР поступает много писем с просьбами опубликовать схему, которая бы позволила обеспечить воспроизведение в цвете видеозаписей, выполненных по системе ПАЛ, на экранах отечественных телевизоров, было решено поместить статью В. Кетнерса в данном сборнике, несмотря на то, что аналогичная его статья уже была опубликована в журнале «Радио». Вторичная публикация позволит ознакомиться с приставкой тем, кто не подписался на журнал. Кроме того, разница в изложении, возможно, будет способствовать более ясному пониманию принципов работы приставки. Дополнительным поводом повторной публикации является то, что декодер В. Кетнерса был удостоен главного приза 33-й выставки творчества радиолюбителей.

ДЕКОДЕР СИГНАЛОВ, КОДИРОВАННЫХ ПО СИСТЕМЕ ПАЛ

В. Кетнерс

Декодер предназначен для приема сигнала цветного телевидения, кодированного по системе ПАЛ, с помощью телевизионных приемников всех моделей, включая модели с интегральным исполнением блока цветности, рассчитанным на систему СЕКАМ. Декодер построен по принципу ПАЛ$_д$. При разработке декодера ставилась задача получения наилучшего качества цветного изображения, отсутствия каких-либо ручек управления, автоматического запирания канала цветности при приеме черно-белого изображения, а также возможности сопряжения с сенсорным переключателем каналов телевизора.

Принципиальная электрическая схема декодера представлена на рис. 1. Декодирующее устройство со-

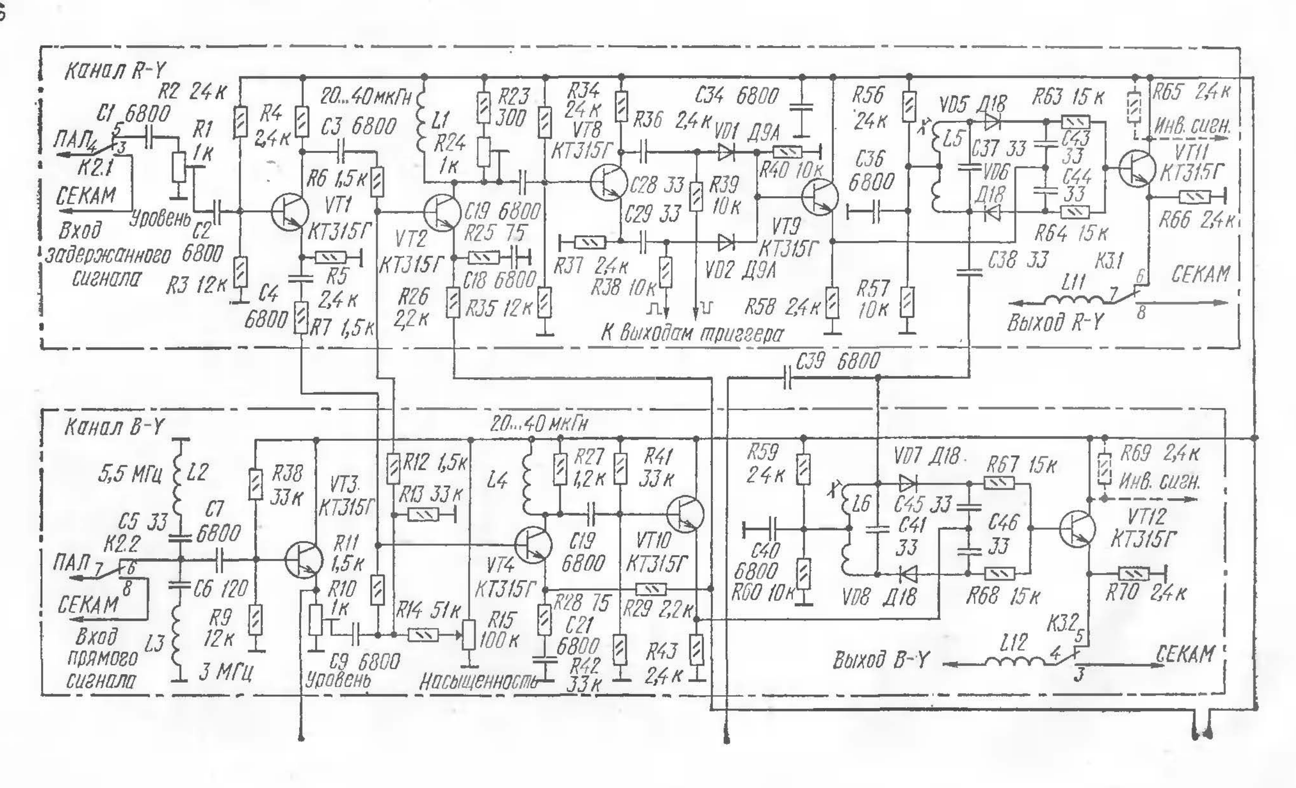
держит канал R-У, канал В-У, канал восстановления поднесущей частоты и канал цветовой синхронизации.

Система восстановления поднесущей. Качество воспроизведения цветного изображения в большой степени зависит от точности работы и помехоустойчивости системы восстановления поднесущей. Канал восстановления поднесущей состоит из каскадов, собранных на транзисторах VT5, VT13, VT14, и фазового детектора сигнала ошибки на диодах VD3, VD4.

На задней площадке строчного гасящего импульса расположен пакет синусоидального напряжения частотой 4,43361875 МГц, содержащий от 8 до 12 периодов, который обычно сокращенно называется вспышкой. Вспышка служит для управления частотой и фазой местного кварцевого генератора, который собран на транзисторе VT13. Вспышка имеет фазовую манипуляцию с периодом в две строки. На строке +(R—У) начальная фаза вспышки равна —135°, а на строке —(R—У) начальная фаза равна +135°. Фазовая манипуляция вспышки необходима для получения сигнала с периодом в две строки, который управляет триггером коммутации фазы цветового сигнала.

Полный цветовой сигнал с выхода эмиттерного повторителя прямого канала VT3 через конденсатор C10 подается на вход стробированного усилителя вспышки, который собран на транзисторе VT5. Во время активной части строки усилитель заперт положительным напряжением, поступающим на эмиттер с делителя R18, R19, и отпирается только на время обратного хода по строкам положительным импульсом, поступающим на базу транзистора через резистор R16. В связи с тем что частотный спектр тока транзистора VT5 содержит и низкочастотную составляющую, в цепях развязки этого каскада помимо малоиндукционных конденсаторов небольшой емкости использованы также электролитические конденсаторы. В противном случае ухудшается цветовая синхронизация. Амплитуда выделенной вспышки на коллекторе VT5 составляет 20...30 В от пика до пика. Коллекторной нагрузкой транзистора этого каскада является контур L7C23, настроенный на частоту заполнения вспышки.

Фазовый детектор имеет противофазные входы для подачи на него вспышки через конденсаторы C22 и C24, а также вход для напряжения местного кварцевого ге-



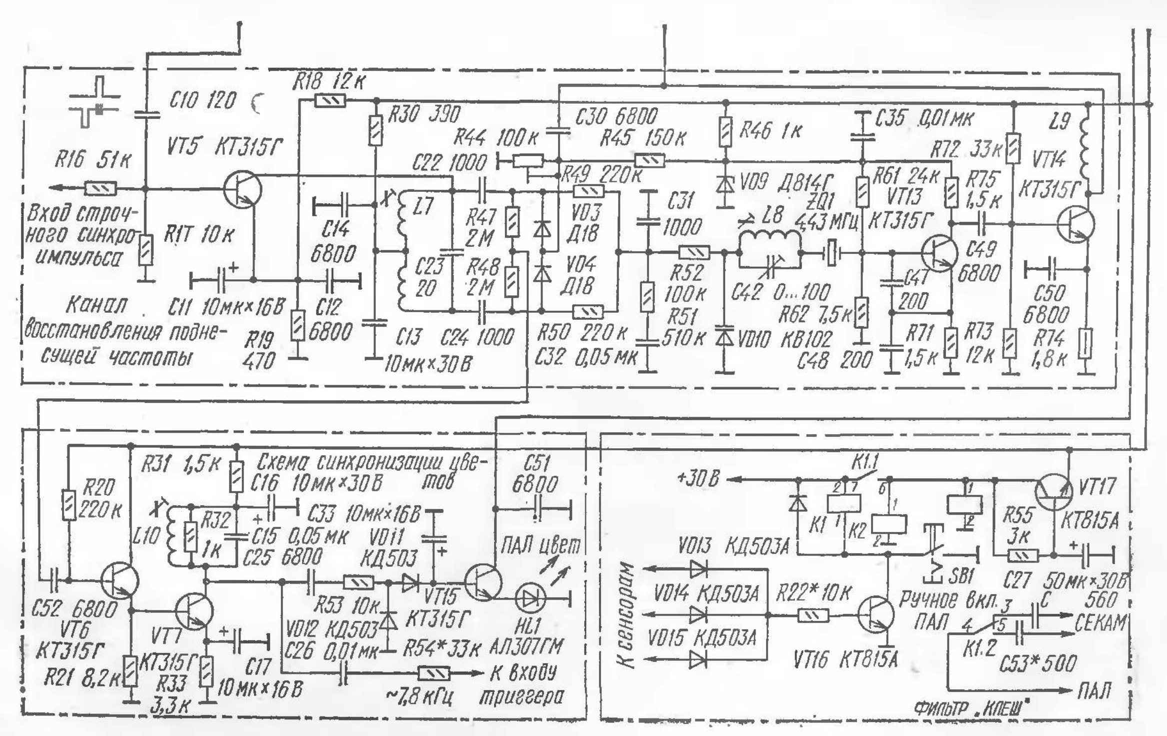


Рис. 1. Принципиальная схема декодера

нератора через конденсатор С30. При неравенстве частот вспышки и кварцевого генератора возникает режим биений, фаза которых такова, что варикап VD10 стремится подвести частоту кварцевого генератора к частоте вспышки. При равенстве частот фазовый детектор выдает на варикап постоянное напряжение, пропорциональное косинусу разности фаз исходных напряжений. Элементы С31, R51 и С32 отфильтровывают высокочастотную составляющую управляющего напряжения. При любом изменении частоты и фазы кварцевого генератора кольцо ФАПЧ стремится вернуть частоту и фазу кварцевого генератора к частоте и фазе вспышки.

К деталям кварцевого генератора особых требований не предъявляется, так как полоса захвата ФАПЧ составляет несколько сотен герц, и этого вполне достаточно для его надежной работы. Емкости конденсаторов С47, С48 могут выбираться в пределах от 120 до 240 пФ. В качестве варикапа можно использовать КВ102 или Д901 с любым буквенным индексом. Емкость конденсатора С42 подбирается в зависимости от типа кварцевого резонатора в пределах от нуля до 100 пФ. Сигнал кварцевого генератора усиливается каскадом, собранным на транзисторе VT14 по схеме с параллельным питанием, что позволило исключить применение магнитно-связанных обмоток. С выхода усилителя восстановленная поднесущая подается на фазовый детектор ФАПЧ и синхронные детекторы цветоразностных сигналов.

Обработка и демодуляция сигнала ПАЛ. Сигнал цветности прямого канала подается на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT3. Использование эмиттерного повторителя улучшает цветовую синхронизацию и позволяет произвести корректное матрицирование. Сигнал цветности задержанного канала подается на фазоинвертор, собранный на транзисторе VT1. Противофазные сигналы с фазоинвертора и сигнал с выхода эмиттерного повторителя подаются на матрицу из резисторов R6, R7, R11, R12, которая выполняет суммирование и вычитание сигналов прямого и задержанного каналов. При идеальной ультразвуковой линии задержки телевизора и равенстве исходных сигналов на выходе матрицы образуются два сигнала цветности, находящиеся в квадратуре (взаимный сдвиг фазы на 90°). В этом случае полностью компенсируются дифференциально-фазовые искажения, возникающие в канале связи.

Однако при недостаточно высоком качестве линии задержки или неравенстве амплитуд сигналов прямого и задержанного каналов могут возникнуть указанные искажения, проявляющиеся в виде разнояркости строк, особенно на желтом и голубом цветах. Для установки равных амплитуд в схему введены регуляторы уровней на переменных резисторах R1 и R10. Помимо известных преимуществ, прием по системе $ПАЛ_д$ по сравнению с системой $ПАЛ_с$ характеризуется следующей особенностью. При некорректной настройке системы $ПАЛ_с$ получается разный цветовой тон строк, при некорректной же настройке системы $ПАЛ_д$ появляется лишь разнояркость строк, что гораздо менее заметно.

С выходов матрицы сигналы цветности поступают на усилители, собранные на транзисторах VT2 и VT4 с регулируемым коэффициентом усиления, чем достигается регулировка насыщенности. В качестве коллекторных нагрузок транзисторов используются контуры, образованные катушками индуктивности L1, L4 и паразитными емкостями. Контуры настраиваются в резонанс на частоту 4,43 МГц. Для получения необходимой полосы пропускания контуры шунтированы резисторами. Эмиттеры обоих транзисторов замыкаются по постоянному току на «землю» через резисторы R26, R29 и промежуток коллектор — эмиттер транзистора VT15.

Усиленный спектр сигнала синего через эмиттерный повторитель на транзисторе VT10 поступает для демодуляции на синхронный детектор. Спектр сигнала красного предварительно инвертируется через строку с использованием инвертора на транзисторе VT8 и коммутатора на диодах VD1 и VD2. Для поочередного отпирания — запирания диодов на них через резисторы R38, R39 подаются противофазные меандры с симметричного триггера телевизора. Затем сигнал красного через эмиттерный повторитель на транзисторе VT9 поступает на синхронный детектор для демодуляции. Использование перед синхронными детекторами эмиттерных повторителей обеспечивает согласование высокого выходного сопротивления предыдущих каскадов с диодными схемами синхронных детекторов.

В блоках цветности интегрального исполнения БЦИ-1 полосовой фильтр выделения сигнала цветности имеет пологие склоны частотной характеристики и пропускает частоты порядка 3,0 и 5,5 МГц. Частота 3 МГц, проходя

в декодер, создает окрашивание вертикальных яркостных переходов в зеленый цвет. Частота 5,5 МГц создает с поднесущей системы ПАЛ 4,43 МГц биения. Разностная частота 1,07 МГц оказывается хорошо заметной на цветных полосах в виде муара, который перемещается в такт со звуковым сопровождением. Для устранения этих помех на входе прямого сигнала введены режекторные контуры L2C5 и L3C6. Режекторные контуры подключаются и настраиваются в последнюю очередь, так как они могут случайно оказаться настроенными на частоту поднесущей. Их настройку лучше всего производить с помощью сигнал-генератора. При работе с другими блоками цветности режекторные контуры из схемы декодера можно исключить.

Синхронные детекторы предназначены для демодуляции сигнала при фазокогерентном приеме с подавленной несущей. Они имеют два входа: вход для спектра сигнала и вход для напряжения местного генератора. Напряжение генератора должно быть на порядок больше напряжения сигнала. Выходное напряжение синхронного детектора равно произведению входных напряжений на косинус угла их разности фаз. Контур синего L6C41 настроен точно в резонанс на частоту 4,43 МГц. Если фазу его колебаний принять за нуль, на него подается спектр сигнала с фазой от нуля до 180°. Контур красного L5C37 имеет небольшую емкостную связь с контуром синего через конденсатор С38, вдобавок он несколько расстроен относительно частоты 4,43 МГц. Вследствие этого напряжение на контуре красного сдвинуто относительно напряжения на контуре синего на 90°, то есть напряжения на контурах находятся в квадратуре. Поэтому на синхронный детектор красного спектр сигнала поступает в фазе от 90 до 270°. Продукты демодуляции вместе с постоянной составляющей через эмиттерные повторители на транзисторах VT11 и VT12 поступают на выход декодера. Постоянную составляющую цветоразностных сигналов совершенно необходимо передавать вплоть до кинескопа, в противном случае будут наблюдаться специфические искажения. Так, белый круг на красном фоне будет воспроизводиться явно голубым («отрицательный» красный цвет), лицо человека на желтом фоне станет синеватым.

Система цветовой синхронизации. Система цветовой синхронизации необходима для установки правильной фазы колебаний симметричного триггера, находящегося в телевизоре. Благодаря фазовой манипуляции поднесущей вспышки через строку, на резисторах R47, R48 фазового детектора в канале восстановления поднесущей образуются короткие биполярные импульсы полустрочной частоты малой амплитуды в связи с тем, что сопротивления этих резисторов выбраны большими. Это сделано для того, чтобы основная энергия сигнала ошибки, вырабатываемого фазовым детектором, направлялась к варикапу. Для согласования с высоким выходным сопротивлением фазового детектора в точке соединения указанных резисторов первым каскадом системы цветовой синхронизации является эмиттерный повторитель на транзисторе VT6. Нагрузкой второго, усилительного каскада на транзисторе VT7 является колебательный контур, настроенный на полустрочную частоту 7812,5 Гц. Колебательный контур — система инерционная, переходные процессы в нем занимают время многих строк и поэтому такая система наиболее помехоустойчива из всех известных. Синусоидальный сигнал полустрочной частоты через С26, R54 подается на симметричный триггер телевизора, производя корректировку его фазы или подтверждая его состояние. Отсутствие колебаний на контуре L10, C15 используется для опознавания черно-белого изображения и автоматического запирания канала цветности. Для этого служит выпрямитель, собранный на элементах С25, VD12, VD11, С33 по схеме удвоения напряжения, и транзистор VT15, работающий в ключевом режиме. Пока транзистор VT15 заперт, эмиттеры транзисторов VT2 и VT4 отключены от «земли», и оба канала цветовых сигналов заперты. При появлении цветового сигнала выпрямитель выдает на базу транзистора VT15 положительное напряжение, транзистор отпирается до насыщения и открывается путь для эмиттерных токов транзисторов VT2 и VT4.

При просмотре черно-белых передач во время сильных помех на контуре опознавания может появиться небольшая амплитуда полустрочной частоты, приводящая к приоткрыванию каналов цветности. Во избежание этого в цепь эмиттера VT15 введена нелинейная обратная связь по току за счет включения светодиода HL1, который одновременно может служить индикатором наличия цветного сигнала.

Система автоматического переключения ПАЛ—СЕКАМ. Цветовые каналы декодера должны быть включены взамен соответствующих каналов используемого телевизора. Поэтому в схеме телевизора разрываются те цепи, к которым должны быть подключены входы и выходы декодера. При приеме цветового сигнала по системе СЕКАМ эти разрывы должны восстанавливаться. Для указанной коммутации в декодере используются реле типа РЭС9, паспорт РС4.524.200 или РС4.524.201. Контактами реле К2 коммутируются входы каналов цветности, а контактами реле К3 — их выходы. Указанные контакты этих реле изображены на схеме, в отличие от общепринятого, в таком состоянии, когда реле находятся под током, чтобы показать путь сигналов при работе декодера. На схеме указаны номера выводов реле, так что ошибка при подключении исключена. При использовании телевизора с сенсорным переключением каналов возникает возможность автоматического включения декодера при включении того канала, передачи которого ведутся по системе ПАЛ. В этом случае выходы соответствующих сенсорных триггеров подключаются к диодам VD13—VD15 и далее, к базе управляющего ключевого транзистора VT16. При включении одного из каналов, к сенсору которого подключен диод, управляющий транзистор отпирается и срабатывает реле К1, того же типа, что К2 и К3. Контактами К1.1 включается питание декодера и срабатывают реле К2 и К3. Контактами К1.2 производится коммутация конденсаторов фильтра «Клёш» в телевизоре. Поэтому реле К1 должно располагаться в телевизоре поблизости от фильтра «Клёш». На контакты 2 и 7 реле К1 подается питание от телевизора, контакт 1 подключается к коллектору транзистора VT16, контакт 6 соединяется с клеммой питания +30 В декодера. Можно также производить включение декодера вручную при помощи кнопки с фиксацией SB1.

Конструкция декодера. Декодер собран на печатной плате, показанной на рис. 2, размером 90×184 мм. Расположение элементов схемы показано на рис. 3. На рисунках печатной платы не показаны некоторые проволочные перемычки, чтобы не загромождать чертеж. Однако их расположение легко определяется по принципиальной схеме. Перемычки обозначены одинаковыми буквами на рисунке расположения элементов платы.

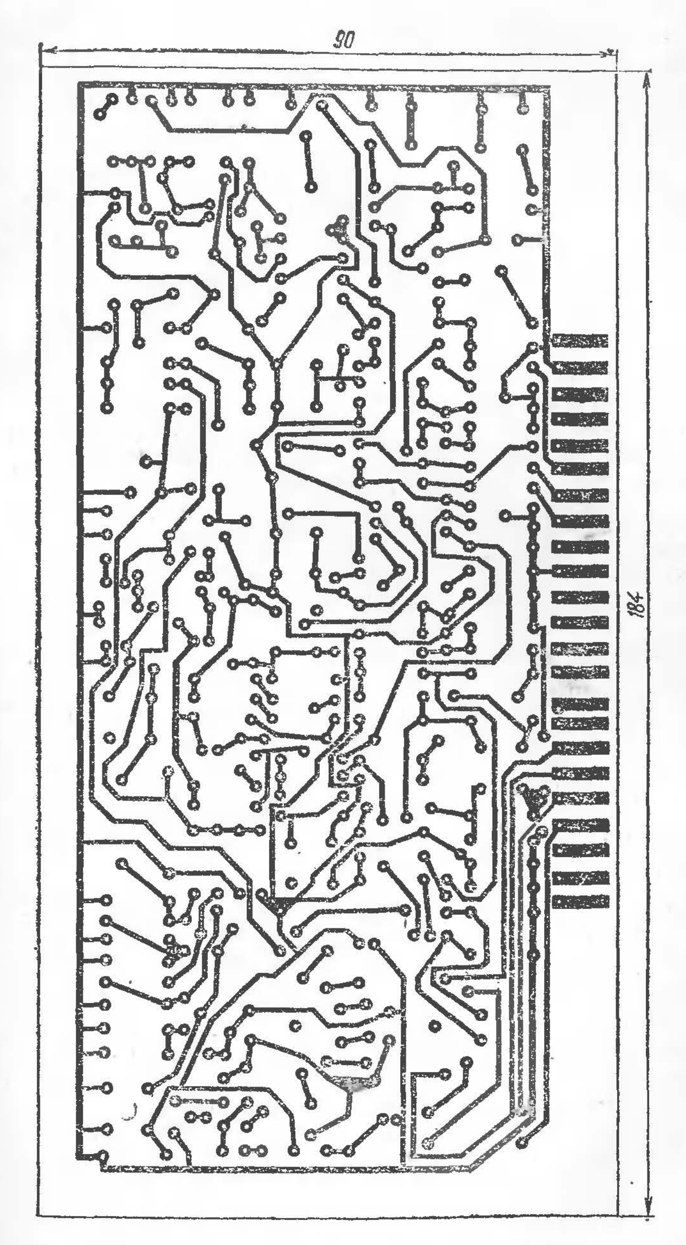


Рис. 2. Конфигурация печатных проводников платы декодера

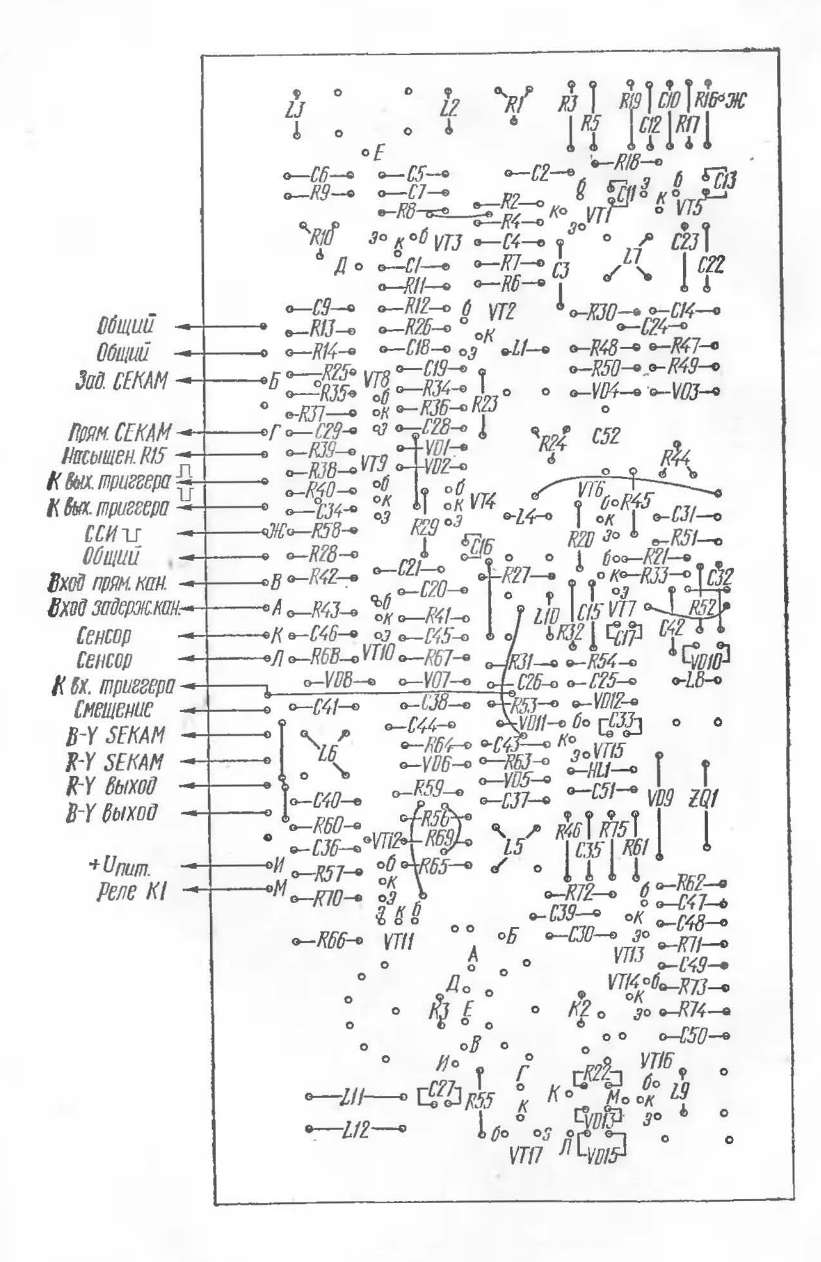


Рис. 3. Расположение элементов на плате

Диод VD16, так же как и реле К1, кнопка SB1, установлены в телевизоре.

В конструкции необходимо использовать малогабаритные детали. Для намотки катушек индуктивности используются стандартные четырехсекционные каркасы от транзисторных приемников диаметром 4...6 мм. Намотка производится проводом ПЭЛШО диаметром 0,1 мм. Катушки L1, L4, L9 содержат 4×25 витков, катушки L2, L3 — 4×15 витков, L5, L6 и L7 — 4×20 витков с отводом от середины, L8 — 4×16 витков. Катушка L10 наматывается проводом ПЭВ диаметром 0,08 мм намоткой типа «Универсаль» или внавал между щечками. Диаметр каркаса 4 мм, наружный диаметр катушки 13 мм, длина намотки или расстояние между щечками 17 мм. Мотать до заполнения. В качестве L10 можно использовать готовую катушку 4L1 от черно-белого телевизора (стабилизирующий контур строчной развертки), катушку 3L1 от цветного телевизора (контур задающего генератора строк блока БР-2) или катушку L1 от модуля УМ2-1-1 телевизоров блочно-модульной конструкции. В последнем случае емкость конденсатора С15 берется равной 0,022 мкФ. Дроссели L11, L12 наматывают рядовой намоткой на ферритовых сердечниках диаметром 3 и длиной 10 мм. Дроссели содержат по 40 витков провода ПЭВ диаметром 0,1 мм.

Подключение декодера к телевизору СЕКАМ. Декодер является универсальным, функционально законченным устройством, способным работать совместно с цветным телевизором любой марки. Несмотря на это, подключение декодера к каждому телевизору требует индивидуального подхода. При этом нужно руководствоваться следующими принципами. Уровни входных прямого и задержанного сигналов должны быть одинаковы и составлять примерно 1 В по размаху на экране осциллографа. Их можно наблюдать на эмиттерах транзисторов VT1 и VT3. Выходные уровни сигналов R-Y и B-Y также должны иметь амплитуду 1 В, на эмиттерах транзисторов VT11 и VT12. В случае необходимости получения выходных противофазных сигналов для некоторых моделей телевизоров снимается соответствующая перемычка (или обе перемычки) с резисторов R65, R69 и сигналы снимаются с коллекторов транзисторов. Строчный синхроимпульс, поступающий на резистор R16, должен быть положительной полярности и ампли-

тудой от 10 до 50 В. По времени он должен совпадать со вспышкой, которая расположена на гасящем импульсе после строчного синхроимпульса в составе телевизионного сигнала. Совпадение этих импульсов показано на осциллограммах у входа канала восстановления поднесущей. Такой строчный синхроимпульс можно, например, снять с вывода 4 выходного строчного трансформатора ТВС-90ПЦ11. В телевизорах, где используется строчный трансформатор ТВС-90ЛЦ5, амплитуда строчного импульса на выводе 4 достигает 100 В. В этом случае сопротивление резистора R16 следует увеличить до 200 кОм. При использовании кварцевого резонатора типа ВМ-2 на частоту 4,43 МГц от видеомагнитофона «Электроника ВМ-12» катушка L8 в генераторе поднесущей из схемы исключается. Точную настройку частоты и фазы производят с помощью переменного резистора R44 и конденсатора С42. Сложнее оказывается подключение импульсов установки фазы симметричного триггера к телевизору. Это связано с различными фронтами и уровнями установки триггеров в разных телевизорах. Для увеличения уровня этих импульсов приходится увеличивать сопротивление резистора R32 (или вовсе удалять его) и уменьшать сопротивление резистора R54. В телевизорах системы СЕКАМ на входе блока цветности включен фильтр высокочастотной коррекции предыскажений, который обычно называется фильтром «Клёш», настроенный на частоту 4,2 МГц. Для его использования при сигнале по системе ПАЛ необходимо его перестраивать на частоту 4,43 МГц, что достигается коммутацией конденсаторов контактами реле К1.1. Иногда предлагают фильтр «Клёш» шунтировать резистором для расширения его полосы пропускания. Однако тогда при плохих записях будет теряться вспышка и не будет работать цветовая синхронизация.

При использовании ламповых телевизоров схему можно упростить, исключив выходные эмиттерные повторители цветоразностных сигналов. При этом в канале красного из схемы декодера исключаются R56, R57, R65, R66 и VT11. Смещение на лампы подается через средний вывод катушки L5, а точка соединения резисторов R63, R64 подключается к сетке лампы (6Ж5П или триод 6Ф12П). Аналогичные изменения производятся в канале синего,

Для включения декодера, коммутации входов и выходов и конденсаторов фильтра «Клёш» можно использовать и более современную электронную коммутацию, однако она очень специфична для каждого типа телевизора. Поэтому для начала все же лучше применить простые электромагнитные реле. Можно также отказаться от автоматической коммутации и использовать ручное переключение при помощи переключателя типа П2К с соответствующим количеством контактных групп. Соединительные провода длиной до 50 см заметных искажений в работу не вносят.

Настройка. Настройка и регулировка декодера производятся в следующем порядке.

1. Включить принудительно канал цветности ручным выключателем и, замыкая на общий провод конденсатор С51, проверить режимы транзисторов (поступление питания, наличие коллекторных токов, отсутствие насыщения).

2. Подключая тестер с последовательным конденсатором емкостью 10 пФ к базам транзисторов VT11 и VT12, настроить контуры синхронных детекторов по максимуму напряжения.

3. Сердечником катушки L8 подвести частоту кварцевого генератора к возникновению режима захвата частоты. Если это не удастся, подобрать емкость конденсатора С42.

4. При приеме сигнала цветных полос и включенном синем прожекторе кинескопа получить изображение четырех синих полос при симметрии захвата ФАПЧ (регулируется сердечниками катушек L7 и L8).

5. Включить красный прожектор кинескопа и вращением сердечника катушки L5 добиться максимальной яркости красных полос. Аналогично подстроить катушку L6. Включить все прожекторы и получить правильную цветовую последовательность цветных полос. Несколько раз включая и выключая сигнал, убедиться в том, что цветовая синхронизация четко срабатывает.

6. Установкой переменных резисторов R1 и R10 устранить чересстрочную структуру левого, так называемого «серого», квадрата телевизионной испытательной таблицы. Сердечником катушки L8 добиться обесцвечивания серого квадрата, проверяя симметрию захвата ФАПЧ. Если при этом правый серый квадрат имеет чересстрочную структуру и слегка окрашен, это указы-

вает на неточность ультразвуковой линии задержки телевизора. Для обесцвечивания правого квадрата нужно подобрать линию задержки или использовать УЛЗ-64-4 или УЛЗ-64-5, которые согласно ГОСТу способны работать в системе ПАЛ.

7. Подключить тестер через конденсатор емкостью 0,01 мкФ к коллектору VT7 и настроить контур опознавания сердечником катушки L10 по максимуму напряжения. Проверить работу цветовой синхронизации в условиях помех, при необходимости подобрав сопротивление резистора R54.

8. Снять перемычку с конденсатора C51 и подобрать сопротивление резистора R53: при приеме сигнала ПАЛ напряжение на коллекторе транзистора VT15 должно падать почти до нуля.

9. Подключить режектор 5,5 МГц (для БЦИ-1) и ликвидировать муар 1,07 МГц. Подключить режектор 3,0 МГц (для БЦИ-1) и ликвидировать окрашивание в зеленый цвет вертикальных яркостных переходов.

В заключение хочется отметить, что декодер, собранный на транзисторах, работает лучше, чем декодеры на импортных микросхемах 2522 или 3510. Искажения «через строку» в основном возникают из-за неточной работы ультразвуковой линии задержки телевизора, к которой в системе ПАЛ предъявляются значительно более жесткие требования, чем в системе СЕКАМ. Искажения проявляются в виде утолщенных строк. В действительности появляется разнояркость строк из-за фазовых искажений в тракте передачи — приема, которые должны компенсироваться и устраняться линией задержки. Из отечественных линий задержки наилучшими параметрами обладает УЛЗ-64-8. Она обладает более точным значением номинальной задержки, значительно меньшим изменением задержки при колебаниях температуры и сильнее подавляет паразитные отражения, кратные тройному времени номинальной задержки. Следует, однако, учесть, что при замене УЛЗ-64-4 или УЛЗ-64-5 на УЛЗ-64-8 необходимо изменять также элементы согласования линии на ее входе и выходе. Параметры этих элементов можно найти в схеме телевизора, в котором данная линия используется. По техническим условиям для УЛЗ-64-8 на входе и выходе должны быть установлены резисторы сопротивлением 390 Ом и индуктивности 6,8 мкГн.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ТЕЛЕВИЗОРА

Ю. Овчинников

Предлагаемый автоматический выключатель телевизора по окончании телевизионных передач прост в изготовлении и надежен в работе. Он рассчитан на использование совместно с ламповыми или полупроводниковыми телевизорами, у которых частотный детектор звукового сопровождения собран по обычной схеме детектора отношений (дробного детектора). Телевизор при этом подлежит минимальной переделке, которая состоит в замене сетевого выключателя кнопкой, содержащей две пары замыкающих контактов. Автоматический выключатель представляет собой обычное реле времени, отличающееся от ранее опубликованных выключателей использованием полевого транзистора. Это позволило применить в качестве времязадающего конденсатор сравнительно небольшой емкости вместо обычно используемых электролитических конденсаторов, характеризуемых большим током утечки и нестабильной емкостью. Сигналом на выключение телевизора является пропадание постоянного напряжения на выходе частотного детектора звукового канала при окончании телевизионных передач.

Принципиальная схема автоматического выключателя показана на рис. 1. В исходом состоянии, когда телевизор выключен, цепь его питания отключена от сети. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 через ее контакты SB1.1 на телевизор подается питание и начинает работать вспомогательный выпрямитель, собранный на диоде VD1 и конденсаторе C2. Через контакты SB1.2 и резистор R2 происходит быстрая зарядка конденсатора C1. В результате отпираются транзисторы VT1 и VT2, срабатывает реле K1, которое своими контактами K1.1 блокирует контакты кнопки. После отпускания кнопки телевизор остается включенным на время около 40...60 с, пока не разрядится конденсатор C1 через резистор R1 и выходное сопротивление частотного детектора. За это время прогреваются электронные

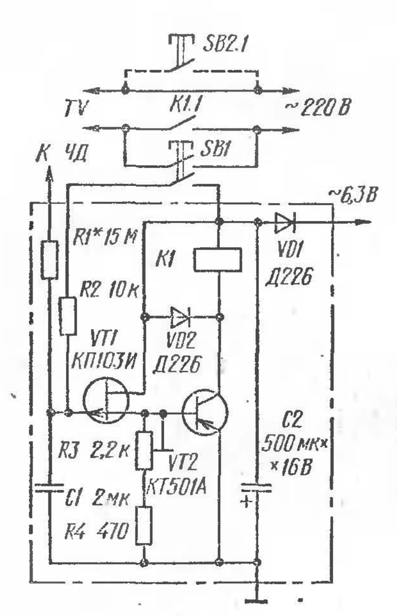


Рис. 1. Принципиальная схема автоматического выключателя

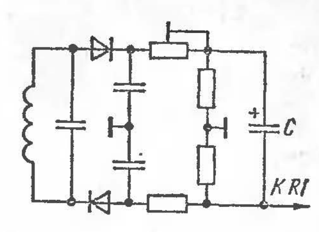


Рис. 2. Схема подключения выключателя к выходу частотного детектора

лампы телевизора, производится выбор программы и настройка на нее. Тогда с выхода частотного детектора поступает постоянное напряжение, и конденсатор С1 подзаряжается. При переключениях на другой работающий канал телевизор не выключается, так как конденсатор С1 не успевает разрядиться за время отсутствия напряжния на выходе частотного детектора. Во время пауз звукового сопровождения также телевизор остается включенным, так как несущая частота звука не выключается и напряжение на выходе частотного детектора не исчезает. По окончании телевизионных передач напряжение на выходе частотного детектора пропадает, конденсатор С1 медленно разряжается, что приводит к уменьшению тока через транзисторы и отпусканию реле. Размыкаются контакты К1.1, и телевизор отключается от сети. В этом состоянии выключатель тока от сети не потребляет. Диод VD2 обеспечивает защиту транзистора VT2 от ЭДС самоиндукции обмотки реле.

Подключение автоматического выключателя к выходу частотного детектора показано на рис. 2. Схемы частотных детекторов во всех телевизорах, за исключением интегральных, одинаковы. В некоторых полупроводни-

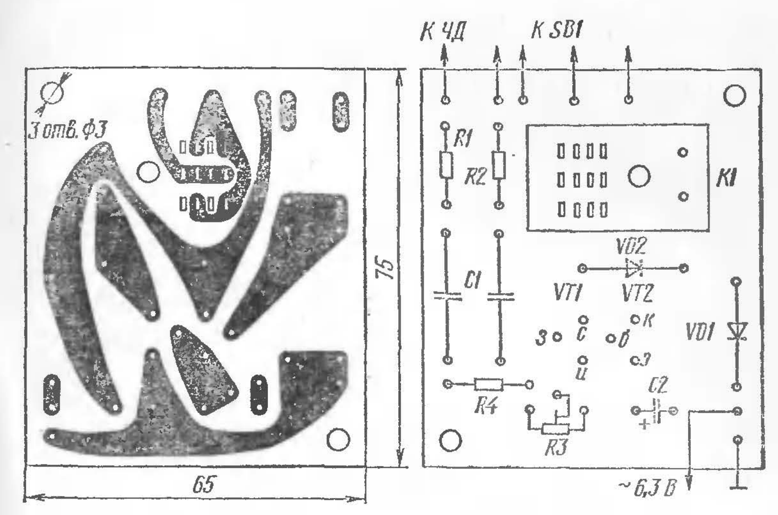


Рис. 3. Печатная плата

ковых телевизорах отсутствует напряжение накала ламп 6,3 В, а использовать напряжение накала кинескопа нельзя. В этом случае можно использовать напряжение —12 В, исключив из схемы выключателя диод VD1 и конденсатор С2.

Налаживание схемы автоматического выключателя сводится к установке переменного резистора R3. Для этого отключается конденсатор С1, движок переменного резистора R3 устанавливается в нижнее по схеме положение и на вход (через резистор R1) подается отрицательное напряжение, равное 1 В. Вращая ось переменного резистора R3, добиваются срабатывания реле. Для телевизоров с транзисторными УПЧИ и УПЧЗ время выдержки можно уменьшить до 20...30 с, необходимых для переключения каналов и настройки гетеродина. Уменьшение времени выдержки достигается уменьшением сопротивления резистора R1 или емкости конденсатора С1.

Для выключения телевизора при работающем телецентре достаточно его переключить на неработающий канал. Из-за отсутствия несущей звукового сопровождения напряжение на выходе частотного детектора пропадет и спустя время, необходимое для разрядки времязадающего конденсатора, телевизор выключится. Если

это оказывается неудобным, можно несколько усложнить схему, добавив еще одну кнопку с размыкающими контактами SB2.1, которая показана на схеме пунктиром. Для подавления искрообразования параллельно контактам кнопок и реле можно включить конденсаторы емкостью по 0,01 мкФ с рабочим напряжением 600 В.

В схеме выключателя используется реле РЭС22, паспорт РФ4.500.129П2. Можно использовать другое реле, рассчитанное на срабатывание при напряжении 6...8 В и на коммутацию напряжения 220 В. Конденсатор С1 составлен из двух параллельных конденсаторов К-73 емкостью по 1 мкФ каждый. Можно использовать бумажный или металлобумажный конденсатор. Транзисторы — с любыми буквенными индексами. В качестве VT2 можно также использовать КТ203, КТ209 или КТ361. Рисунок печатного монтажа и расположение элементов на печатной плате показаны на рис. 3.

ЭЛЕКТРОНИКА — АВТОЛЮБИТЕЛЮ

ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАТОР ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ АВТОМОБИЛЯ

Л. Кац

В условиях интенсивного дорожного движения водитель, особенно не имеющий достаточного опыта, практически лишен возможности уделять внимание световым индикаторам, сигнализирующим о предельных режимах автомобиля, которые расположены на приборном щитке. К ним относятся понижение давления масла в системе смазки двигателя, повышение температуры жидкости в системе охлаждения, понижение уровня тормозной жидкости, затянутое состояние стояночного тормоза, снижение уровня топлива ниже резерва, своевременно не выключенный сигнал поворота. Появление любого из этих предельных режимов, однако, должно немедленно привлечь пристальное внимание водителя во избежание дорожно-транспортного происшествия или, в лучшем случае, выхода одной из систем автомобиля из строя. Дублирование световой индикации звуковым сигнализатором содействует указанной цели и, таким образом, повышает безопасность эксплуатации транспортного средства.

Особое место занимают своевременно не выключенные сигналы поворота, дезориентируя других участников движения. Предложено большое количество различных звуковых генераторов, издающих звуковые сигналы при включении указателей поворота, но всем им присущ общий недостаток, состоящий в том, что водитель привыкает к их работе, так как у него вырабатывается положительная реакция на сигнал. В результате водитель перестает обращать внимание на звуковой сигнал, и указатель поворота остается включенным после завершения маневра, особенно в тех случаях, когда поворот совершается по дуге большого радиуса. Предлагаемая конструкция звукового сигнализатора свободна от указанного недостатка и рассчитана на выработку у водителя отрицательной реакции на звуковой сигнал. Для этого звуковой сигнализатор объединен с реле времени. При включении указателя поворота сигнализатор не отзывается звуковым сигналом. Если же по каким-либо причинам через некоторое время после включения указатель поворота не выключится, включится звуковой сигнал, обращая внимание водителя на необходимость его выключения вручную. Остальные предельные режимы не

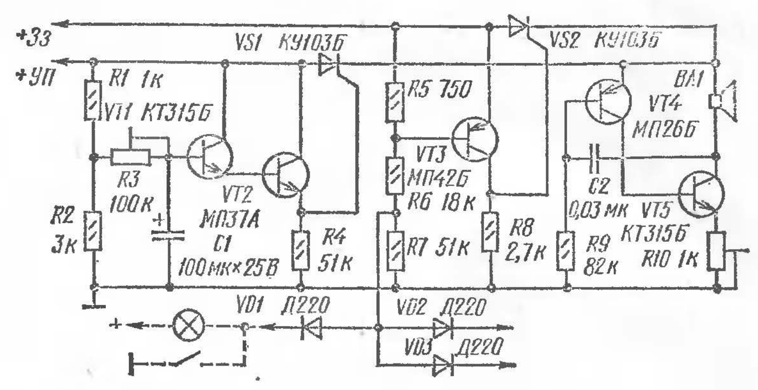


Рис. 1. Принципиальная схема звукового сигнализатора

встречаются в процессе нормальной эксплуатации автомобиля и задержка включения звукового сигнализатора не диктуется необходимостью.

Некоторые автолюбители помимо указанных предельных режимов относят к ним также отсутствие зарядки аккумуляторной батареи. Соответствующая сигнальная лампочка на приборном щитке имеется, и можно было бы также использовать звуковой сигнализатор контроля зарядки. Однако делать это не стоит по двум причинам. Во-первых, движение в дневное время суток (когда легко не обратить внимания на зажженную сигнальную лампочку) даже в течение нескольких часов с неработающим генератором не представляет большой опасности и трудно представить себе, чтобы водитель за такое продолжительное время не взглянул на щиток. Во-вторых, на холостых оборотах двигателя обычно зарядка прекращается, звуковой сигнализатор будет периодически включаться, особенно при городской езде, что притупит отрицательную реакцию водителя на звуковой сигнал, появление которого по замыслу должно вызывать у водителя немедленную тревогу.

Принципиальная схема звукового сигнализатора показана на рис. 1. Рассмотрим работу сигнализатора при своевременно не выключенном указателе поворота. Сигнализатор подключается к схеме электрооборудования автомобиля — к массе и клеммой «+УП» к сигнальной лампочке указателя поворота. Когда указатель поворота выключен, напряжения на этой клемме нет, цепь обесточена. При включении указателя поворота на клемме появляется периодически напряжение, которое с делителя R1R2 через переменный резистор R3 посту-

пает на базу транзистора VT1. Однако незаряженный конденсатор C1 поддерживает транзистор VT1, а значит, и транзистор VT2 в запертом состоянии. Поэтому тиристор VS1 также заперт и не пропускает напряжения на звуковой генератор, собранный на транзисторах VT4 и VT5. По мере зарядки конденсатора C1 потенциал базы VT1 возрастает и, наконец, он отпирается. Отпираются также транзистор VT2 и тиристор VS1. На звуковой генератор поступает питание и он начинает работать. Раздается звуковой сигнал. Время задержки между моментом включения указателя поворота и моментом появления звукового сигнала можно регулировать переменным резистором R3 в зависимости от привычки водителя включать указатель поворота за большее или меньшее время перед выполнением маневра. Звуковой генератор собран по общеизвестной схеме мультивибратора на транзисторах различной проводимости. Подбором емкости конденсатора C2 устанавливается частота звукового сигнала.

Если указатель поворота выключится до того, как отопрется транзистор VT1, напряжение с клеммы «+УП» снимется, звуковой сигнал не появится, а конденсатор C1 постепенно разрядится через резисторы R3 и R2. Устройство окажется в исходном состоянии. Если же за установленное время задержки указатель поворота не выключится, появится звуковой сигнал, водитель выключит указатель поворота вручную, что также приведет к исходному состоянию. В связи с тем что на сигнальную лампочку указателя поворота напряжение поступает периодически, звуковой генератор будет выдавать прерывистый сигнал, хорошо привлекающий внимание водителя. В качестве акустического излучателя BA1 можно использовать один наушник от низкоомных головных телефонов, например ТА-56, капсюль ДЭМ-4 либо малогабаритную динамическую головку прямого излучения (динамик) вместе с выходным трансформатором от карманного приемника для согласования ее низкого входного сопротивления. Переменным резистором R10 устанавливается уровень громкости звукового сигнализатора.

Контроль за остальными предельными режимами автомобиля осуществляется с помощью ключевого каскада, который собран на транзисторе VT3, и тиристора VS2. Катоды диодов VD1—VD3 подключены к индика-

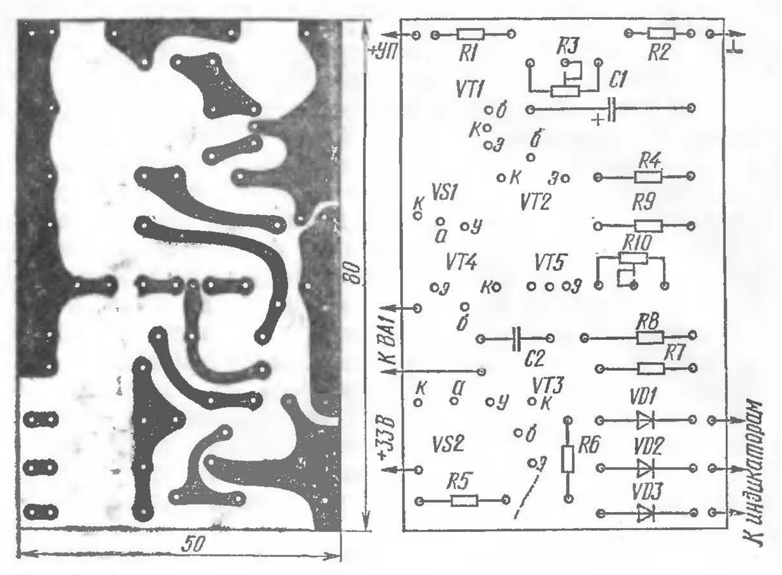


Рис. 2. Печатная плата

торным лампочкам контролируемых режимов и через них на плюс бортовой сети. Благодаря наличию в схеме делителя напряжения R5—R7 потенциалы анодов диодов ниже, чем потенциалы их катодов. Поэтому диоды заперты. Падение напряжения на резисторе R5 за счет тока делителя мало и недостаточно для отпирания транзистора. Поэтому тиристор VS2 заперт, и на звуковой генератор питание не поступает. При наступлении предельного режима один из датчиков замыкает индикаторную лампочку на приборном щитке на массу, она загорается. Одновременно открывается подключенный к ней диод, ток делителя резко возрастает. В результате увеличивается отрицательное напряжение на базе транзистора VT3 относительно его эмиттера, транзистор отпирается и отпирается также тиристор, подключая к звуковому генератору питание. Раздается звуковой сигнал. Клемма «+3з» подключается к замку зажигания. Напряжение подается на нее только при включенном зажигании. Поэтому если зажигание включено, а предельный режим устранен, сигнал продолжает звучать, и для его прекращения нужно на короткое время выключить зажигание.

На схеме показано только три диода, которые подключаются к индикаторным лампочкам контролируемых режимов автомобиля. Однако их количество может быть увеличено.

Налаживание сигнализатора состоит в регулировке временной задержки, создаваемой реле времени путем соответствующей установки переменного резистора R3, выбора наиболее благоприятного звукового тона путем подбора емкости конденсатора C2, установки уровня громкости переменным резистором R10, а также в подборе необходимого режима транзистора ключевого каскада VT3. Для этого при замкнутом на массу катоде одного из диодов подбирают сопротивление резистора R6 таким, чтобы тиристор VS2 надежно отпирался при напряжении на клемме «+3з», равном 10,8 В, что соответствует минимальному напряжению бортсети. Затем при отключенном от массы катоде диода подбирают сопротивление резистора R7 таким, чтобы тиристор был надежно заперт при напряжении на клемме «+3з», равном 14,5 В, что соответствует максимальному напряжению питания.

При отсутствии указанных на схеме транзисторов их можно заменить любыми маломощными кремниевыми и германиевыми транзисторами соответствующего типа проводимости.

Монтаж сигнализатора производится на плате из стеклотекстолита с печатными проводниками размером 50×80 мм. Расположение печатных проводников и элементов схемы на плате показано на рис. 2.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИГРЫ

ИГРА «МОРСКОЙ ОХОТНИК»

Л. Сенин

Существуют радиоэлектронные игры, где участник (или участники) управляет перемещением подвижных мишеней, пытаясь одновременно «достать» противника и «уцелеть» в случае контратаки. Перемещать мишень может и автомат. Тогда задача игрока сводится лишь к поражению цели за определенный промежуток времени, то есть значительно упрощается. Так устроены игровые автоматы «Тир», «Морской бой», выпускаемые нашей промышленностью. К этой же категории можно отнести некоторые телевизионные игры, например «ПВО — воздушный бой» [1]. Однако движущиеся механические фигурки, как и светящиеся прямоугольники на экране телевизора,— это видимая цель и, естественно, вся игровая ситуация оценивается участниками визуально.

В предлагаемой игре «Морской охотник» цель — невидимка. «Подводная лодка» и «корабль — охотник за подлодками» могут обнаружить друг друга только по шуму работающих двигателей. «Акустические приборы» фиксируют сближение целей, а игроки (их двое), определяя на слух момент максимального сближения, открывают «огонь». Поражение одной из целей отмечается подачей светового и звукового сигналов.

В реальных условиях гидроакустические локаторы, установленные на кораблях и подводных лодках, работают таким образом, что приближение цели характеризуется возрастанием интенсивности принимаемого сигнала, попросту говоря — увеличением громкости звука. В игре с целью упрощения конструкции используется обратный эффект, то есть наибольшее удаление «корабля» и «подводной лодки» друг от друга соответствует максимальной громкости звука, а по мере сближения целей громкость уменьшается.

Предлагаемая конструкция электронной игры проста в изготовлении и налаживании, не содержит дефицитных радиодеталей, компактна, питается от одной батареи 3336, потребляемый ток 55...60 мА.

Основной функциональный узел игры — резисторный балансный мост (рис. 1). Известно, что существует мно-

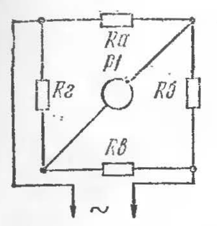


Рис. 1. Схема балансного моста

жество состояний равновесия мостика Уитстона. Каждое из таких состояний описывается соотношением:

$$\frac{R_а}{R_г} = \frac{R_б}{R_в}. \qquad (1)$$

Если равенство (1) соблюдается, говорят, что мост сбалансирован. В этом случае напряжение, приложенное к одной диагонали моста, компенсируется резисторами $R_а$—$R_г$, и в узловых точках другой диагонали напряжение будет отсутствовать. Напротив, при разбалансе соотношение (1) не соблюдается и на выходных клеммах мостика появляется часть входного напряжения.

На рис. 2 показана принципиальная схема игры. Мультивибратор, собранный на двух логических элементах 2И-НЕ (DD1.1 и DD1.2) генерирует сигнал частотой около 500 Гц (условно принятый шум работающих двигателей «подводной лодки» и «корабля»). Сигнал подается на инвертор DD1.3, выход которого нагружен на диагональ балансного моста, состоящего из двух переменных резисторов R3 и R4. К другой диагонали моста (подвижные контакты резисторов R3 и R4) подключена первичная обмотка согласующего трансформатора T1. Со вторичной обмотки сигнал поступает на базу транзистора VT1, включенного по схеме усилителя с общим эмиттером. Резистор R7 зашунтирован конденсатором C8 с целью устранения действия отрицательной обратной связи по переменному току. Коллекторная нагрузка транзистора — два последовательно соединенных телефона BF1, BF2. С выхода усилителя сигнал поступает на вход порогового устройства (транзистор VT2), срабатывающего даже при незначительном повышении громкости звучания тона в телефонах относительно минимального уровня. Пороговый элемент формирует прямоугольные импульсы амплитудой около 5 В. Далее сигнал выпрямляется диодом VD1 и подается на

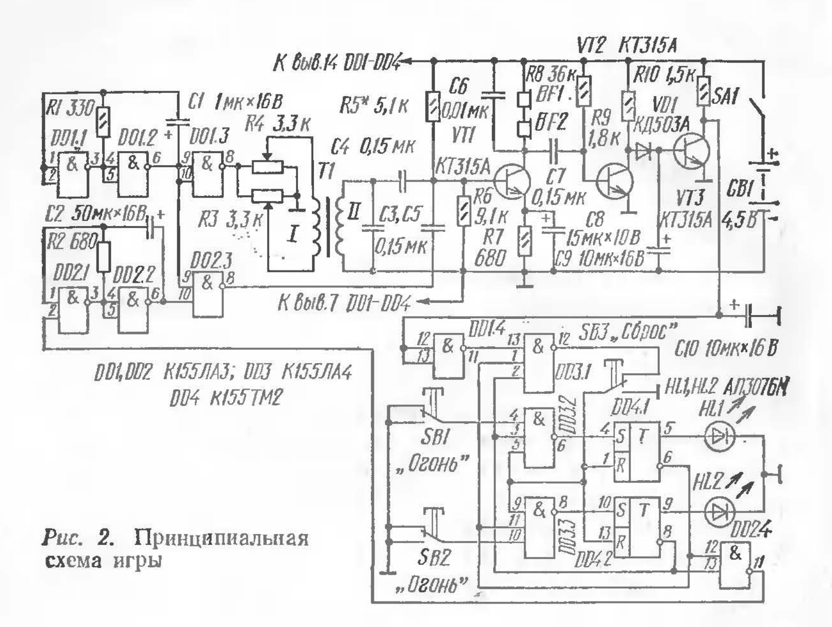


Рис. 2. Принципиальная схема игры

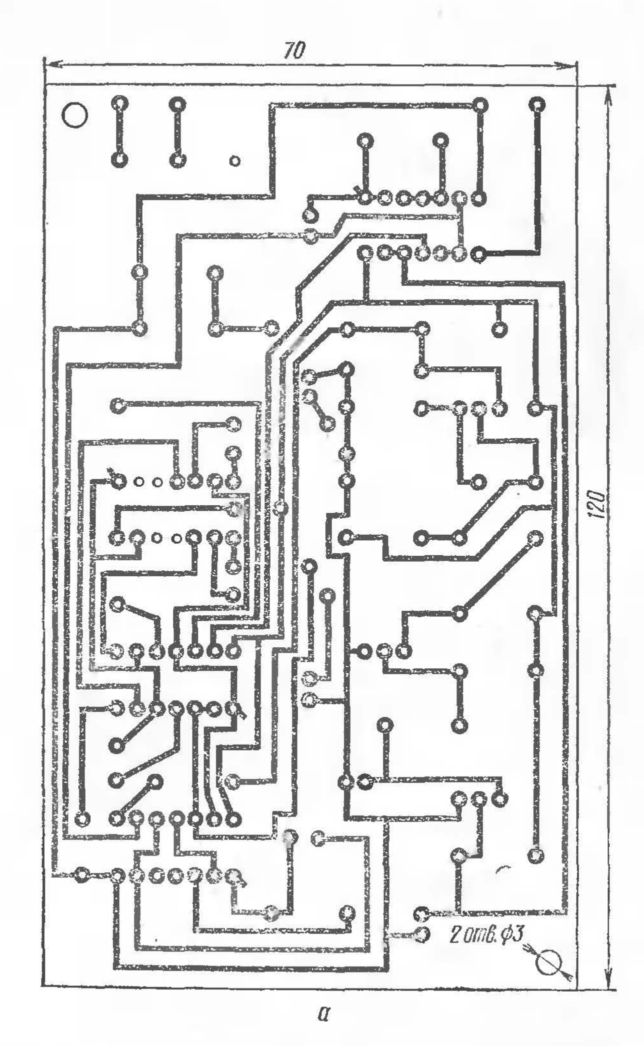
базу транзистора VT3, используемого в режиме ключа. Конденсаторы C9 и C10 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения. Транзисторный ключ VT3 управляет работой узла автоматики и индикации, который выполнен на микросхемах DD1.4 и DD2—DD4.

Рассмотрим работу узла автоматики и индикации. Предположим, что мост, собранный на переменных резисторах R3 и R4, сбалансирован. Тогда сигнал на базу VT1 не поступает, звук в телефонах отсутствует, транзистор VT2 близок к насыщению, а транзистор VT3 заперт и потенциал его коллектора соответствует уровню логической 1. На выходе элемента DD1.4 и на входе 13 элемента DD3.1 уровень логического 0. Поэтому на выходе элемента DD3.1 и на соединенных с ним входах элементов DD3.2, DD3.3, DD4.1 и DD4.2 уровень логической 1. На выходах 5 и 9 триггеров уровень логического 0, и светодиоды не светятся. На инверсных выходах 6 и 8 триггеров, на входах 1 и 2 элемента DD3.1 и на входах элемента DD2.4 уровень логической 1. На выходе DD2.4 логический 0, который поступает на вход 2 элемента DD2.1. Мультивибратор, собранный на элементах DD2.1 и DD2.2, не работает.

При нажатии одной из кнопок «Огонь» SB1 или SB2 на выводы 4 или 10 элементов DD3.2 или DD3.3 поступит кратковременно уровень логической 1, а так как на остальных выводах этих элементов уже имеется уровень логической 1, на их выходах 6 или 8 появится уровень логического 0. Один из триггеров DD4.1 или DD4.2 изменит свое состояние. На прямом выходе одного из триггеров появится уровень логической 1 и вспыхнет соответствующий светодиод. На одном из входов элемента DD2.4 появится логический 0, а на его выходе логическая 1. Поступая на вход 2 элемента DD2.1, уровень логической 1 приведет к запуску мультивибратора. При указанных на схеме значениях R2 и C2 частота колебаний этого мультивибратора примерно равна 3...5 Гц. На входы элемента DD2.3 будут поступать сигналы с обоих мультивибраторов, в результате на выходе этого элемента появятся прерывистые колебания с частотой заполнения 500 Гц, которые через разделительный конденсатор C5 будут поданы на базу транзистора VT1. Поэтому в телефонах начнет прослушиваться громкий прерывистый звук. Под воздействием этого сигнала транзистор VT3 окажется открыт и потенциал его коллектора будет соответствовать уровню логического 0. На выходе DD1.4 и на входе 13 DD3.1 появится уровень логической 1. Однако на выходе элемента DD3.1 сохранится уровень логической 1, так как благодаря опрокидыванию одного из триггеров на одном из входов 1 или 2 этого элемента появился уровень логического 0. Поэтому светодиод будет гореть и в телефонах будет продолжать звучать громкий прерывистый звук до тех пор, пока не будет нажата кнопка SB3 «Сброс».

После нажатия кнопки «Сброс» (SB3) устройство автоматики возвращается в исходное состояние.

Теперь допустим, что соотношение (1) не соблюдается, то есть мост на резисторах R3, R4 не сбалансирован. В этом случае на базе транзистора VT1 присутствует сигнал с генератора. В телефонах BF1 и BF2 звучит ровный тон частотой 500 Гц. На выходе транзистора VT2 сигнал также присутствует. Положительное напряжение с выпрямителя VD1 отпирает ключ VT3, и на выводы 12, 13 элемента DD1.4 поступает уровень логического 0. В этом случае на всех входах (13, 1 и 2) элемента DD3.1 присутствует логическая 1, следователь-



но, на выводе 12 — логический 0, попадающий через нормально замкнутые контакты кнопки SB3 на R-входы триггеров DD4.1, DD4.2 и выводы 5, 9 ячеек DD3.2 и DD3.3. Таким образом происходит блокировка кнопок SB1, SB2, и узел автоматики становится нечувствительным к их нажатию.

Из описанных выше ситуаций вытекают правила игры. Каждый из двух участников, вращая переменный

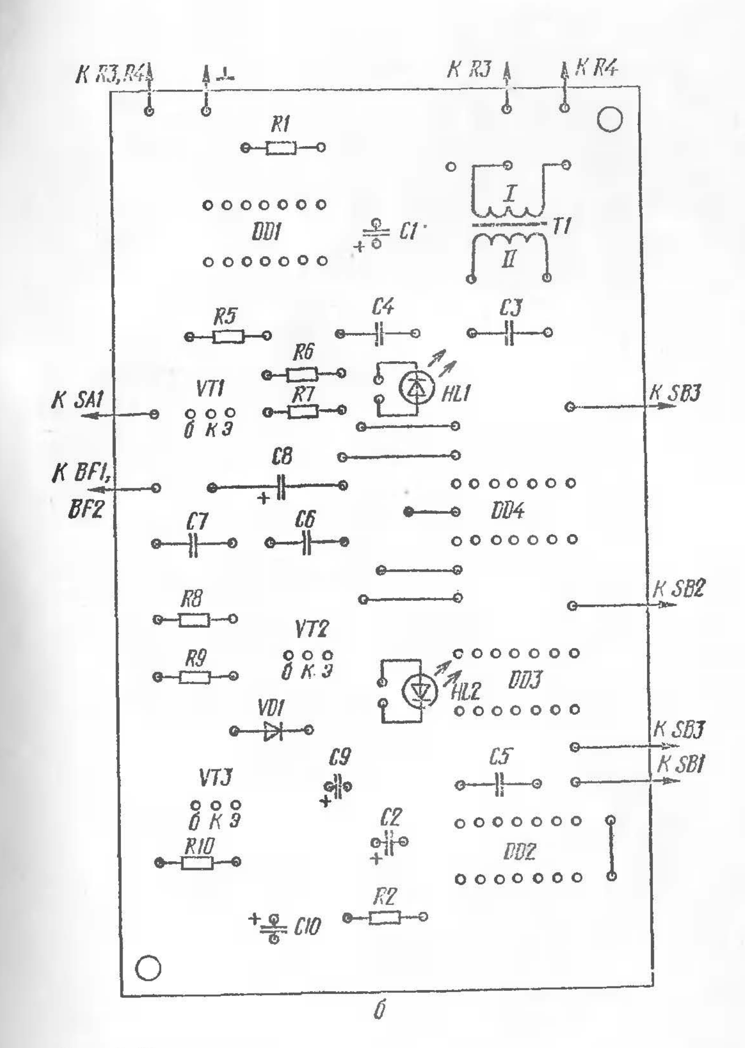


Рис. 3. Печатная плата

резистор «Поиск цели», пытается максимально «приблизиться» к противнику. В тот момент, когда звук в телефонах практически не прослушивается, можно осуществить атаку, нажав кнопку «Огонь». Во всех остальных случаях выстрелы будут «холостыми». Легко ли победить в этой игре, вы узнаете, собрав ее. Одно можно сказать: выдержка, умение быстро ориентиро-

ваться в обстановке — вот качества, необходимые для победы.

Все детали игры, за исключением кнопок SB1—SB3, выключателя питания SA1 и переменных резисторов R3, R4, монтируются на печатной плате из фольгированного текстолита (рис. 3, а, б). Никаких особых требований при подборе деталей для конструкции не предъявляется.

Постоянные резисторы — малогабаритные, любого типа, например МЛТ-0,25. Резисторы R3, R4 — переменные, типа СП-I. Оксидные конденсаторы — К50-6, но можно использовать и другие на рабочее напряжение не ниже 6 В. Остальные конденсаторы — КМ. Транзисторы VT1—VT3 — КТ315 с любым буквенным индексом. Диод D1 можно заменить на КД504, Д310, Д311. Кнопочные выключатели SB1—SB3 типа КМ1-1. Выключатель питания SA1 — микротумблер МТ1-1. Вместо светодиодов HL1, HL2 подойдут любые из серий АЛ102, АЛ307. Согласующий трансформатор T1 используется готовый из радиоконструктора или от промышленного приемника («Сокол», «Кварц»). Средний вывод вторичной обмотки не используется. При необходимости можно изготовить трансформатор самостоятельно. Для этой цели понадобится магнитопровод сечением 3×6 или 5×6 мм из пермаллоя марки 50Н и намоточный провод ПЭВ-1 0,06...0,08. Первичная обмотка содержит 1500, а вторичная 750 витков. BF1 и BF2 — миниатюрные головные телефоны марки ТМ-2А с сопротивлением катушки постоянному току около 150 Ом.

Конструктивно игра выполнена в виде прямоугольной шкатулки из текстолита со съемной задней крышкой (рис. 4). На лицевую панель выведены ручки переменных резисторов R3 и R4, выключатель питания SA1, кнопка «Сброс» SB3, кнопочные выключатели «Огонь» SB1, SB2 и светодиоды HL1, HL2, причем кнопка SB1 и светодиод HL2 расположены с одной стороны игрового поля, а кнопка SB2 и светодиод HL1 — с другой. На торцевые стенки шкатулки выведены гнезда для подключеняи телефонов. Печатная плата и источник питания (батарея 3336) размещаются внутри шкатулки. Все ручки управления на лицевой панели снабжены соответствующими надписями.

Налаживание игры сводится к подбору резистора R5, определяющего напряжение прямого смещения на базе

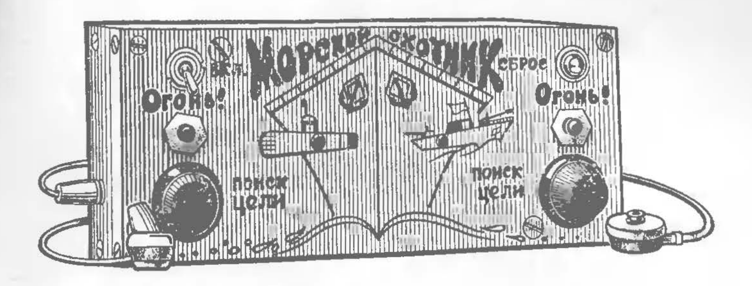


Рис. 4. Внешний вид игры

транзистора VT1. Тщательно проверив правильность сборки, включают тумблер питания SA1. В телефонах BF1 и BF2 появится тон частотой 500 Гц. Вращая ручки резисторов R3 и R4 («Поиск цели»), находят по отсутствию звука в телефонах одно из множества состояний равновесия моста. Затем нажимают кнопку «Огонь» (SB1). Если устройство работает нормально, вспыхнет светодиод HL1 и в телефонах зазвучит громкий прерывистый сигнал. В противном случае необходимо подбором резистора R5 добиться срабатывания узла автоматики. Кнопкой «Сброс» возвращают устройство в исходное состояние и проверяют его работу от кнопки SB2. В этом случае должен загораться светодиод HL2.

Литература

Горовиков В. Телеигра «ПВО — воздушный бой».— Радио, 1979, № 10, с. 44—49.

ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

ПРОВЕРКА РАДИОЭЛЕМЕНТОВ ОММЕТРОМ

М. Киселев

Почти каждый радиолюбитель располагает в качестве измерительного прибора авометром того или иного типа, в состав которого входит омметр. Однако не все начинающие радиолюбители знают, что омметром можно проверять почти все радиоэлементы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы, диоды, тиристоры, транзисторы, некоторые микросхемы. В авометре омметр образован внутренним источником тока (сухим элементом или батареей), стрелочным прибором и набором резисторов, которые переключаются при изменении пределов измерения. Сопротивления резисторов подобраны таким образом, чтобы при коротком замыкании клемм омметра стрелка прибора отклонилась вправо до последнего деления шкалы. Это деление соответствует нулевому значению измеряемого сопротивления. Когда же клеммы омметра разомкнуты, стрелка прибора стоит напротив левого крайнего деления шкалы, которое обозначено значком бесконечно большого сопротивления. Если к клеммам омметра подключено какое-то сопротивление, стрелка показывает промежуточное значение между нулем и бесконечностью, и отсчет производится по оцифровке шкалы. В связи с тем что шкалы омметров выполняются в логарифмическом масштабе, края шкалы получаются сжатыми. Поэтому наибольшая точность измерения соответствует положению стрелки в средней, растянутой части шкалы. Таким образом, если стрелка прибора оказывается у края шкалы, в сжатой ее части, для повышения точности отсчета следует переключить омметр на другой предел измерения.

Омметр производит измерение сопротивления, подключенного к его клеммам, путем измерения постоянного тока, протекающего в измерительной цепи. Поэтому к измеряемому сопротивлению прикладывается постоянное напряжение от встроенного в омметр источника. В связи с тем что некоторые радиоэлементы обладают разными сопротивлениями постоянному току в зависимости от полярности приложенного напряжения, для грамотного использования омметра необходимо знать, какая из клемм омметра соединена с плюсом источника тока, а какая — с минусом. В паспорте авометра эти сведения обычно не указаны, и их нужно определить самостоятельно. Это можно сделать либо по схеме авометра, либо экспериментально

с помощью какого-либо дополнительного вольтметра или исправного диода любого типа. Щупы омметра подключают к вольтметру так, чтобы стрелка вольтметра отклонялась вправо от нуля. Тогда тот щуп, который подключен к плюсу вольтметра, будет также плюсовым, а второй — минусовым. При использовании в этих целях диода два раза измеряют его сопротивление: сначала произвольно подключая к диоду щупы, а второй раз — наоборот. За основу берется то измерение, при котором показания омметра получаются меньшими. При этом щуп, подключенный к аноду диода, будет плюсовым, а щуп, подключенный к катоду диода,— минусовым.

При проверке исправности того или иного радиоэлемента возможны две различные ситуации: либо проверке подлежит изолированный, отдельный элемент, либо элемент, впаянный в какое-то устройство. Нужно учесть, что, за редкими исключениями, проверка элемента, впаянного в схему, не получится полноценной, при такой проверке возможны грубые ошибки. Они связаны с тем, что параллельно контролируемому элементу в схеме могут оказаться подключены другие элементы, и омметр будет измерять не сопротивление проверяемого элемента, а сопротивление параллельного соединения его с другими элементами. Оценить возможность достоверной оценки исправности контролируемого элемента схемы можно путем изучения этой схемы, проверяя, какие другие элементы к нему подключены и как они могут повлиять на результат измерения. Если такую оценку произвести затруднительно или невозможно, следует отпаять от остальной схемы хотя бы один из двух выводов контролируемого элемента и только после этого производить его проверку. При этом также не следует забывать и о том, что тело человека также обладает некоторым сопротивлением, зависящим от влажности кожной поверхности и от других факторов. Поэтому при пользовании омметром во избежание появления ошибки измерения нельзя касаться пальцами обоих выводов проверяемого элемента.

Проверка резисторов. Проверка постоянных резисторов производится омметром путем измерения их сопротивления и сравнения с номинальным значением, которое указано на самом резисторе и на принципиальной схеме аппарата. При измерении сопротивления резистора полярность подключения к нему омметра не имеет значения. Необходимо помнить, что действительное сопротивление резистора может отличаться по сравнению с номинальным на величину допуска. Поэтому, например, если проверяется резистор с номинальным сопротивлением 100 кОм и допуском ±10 %, действительное сопротивление такого резистора может лежать в пределах от 90 до 110 кОм. Кроме того, сам омметр обладает определенной погрешностью измерения (обычно порядка 10 %). Таким образом, при отклонении фактически измеренного сопротивления на 20 % от но-

минального значения резистор следует считать исправным. При проверке переменных резисторов измеряется сопротивление между крайними выводами, которое должно соответствовать номинальному значению с учетом допуска и погрешности измерения, а также необходимо измерять сопротивление между каждым из крайних выводов и средним выводом. Эти сопротивления при вращении оси из одного крайнего положения в другое должны плавно, без скачков изменяться от нуля до номинального значения. При проверке переменного резистора, впаянного в схему, два из его трех выводов необходимо выпаивать. Если переменный резистор имеет дополнительные отводы, допустимо, чтобы только один вывод оставался припаянным к остальной части схемы.

Проверка конденсаторов. В принципе конденсаторы могут иметь следующие дефекты: обрыв, пробой и повышенная утечка. Пробой конденсатора характеризуется наличием между его выводами короткого замыкания, то есть нулевого сопротивления. Поэтому пробитый конденсатор любого типа легко обнаруживается омметром путем проверки сопротивления между его выводами. Конденсатор не пропускает постоянного тока, его сопротивление постоянному току, которое измеряется омметром, должно быть бесконечно велико. Однако это оказывается справедливо лишь для идеального конденсатора. В действительности между обкладками конденсатора всегда имеется какой-то диэлектрик, обладающий конечным значением сопротивления, которое называется сопротивлением утечки. Его-то и измеряют омметром. В зависимости от используемого в конденсаторе диэлектрика устанавливаются критерии исправности по величине сопротивления утечки. Слюдяные, керамические, пленочные, бумажные, стеклянные и воздушные конденсаторы имеют очень большое сопротивление утечки, и при их проверке омметр должен показывать бесконечно большое сопротивление. Однако имеется большая группа конденсаторов, сопротивление утечки которых сравнительно невелико. К ней относятся все полярные конденсаторы, которые рассчитаны на определенную полярность приложенного к ним напряжения, и эта полярность указывается на их корпусах. При измерении сопротивления утечки этой группы конденсаторов необходимо соблюдать полярность подключения омметра (плюсовой вывод омметра должен присоединяться к плюсовому выводу конденсатора), в противном случае результат измерения будет неверным. К этой группе конденсаторов в первую очередь относятся все электролитические конденсаторы КЭ, КЭГ, ЭГЦ, ЭМ, ЭМИ, К50, ЭТ, ЭТО, К51, К52 и оксидно-полупроводниковые конденсаторы К53. Сопротивление утечки исправных конденсаторов этой группы должно быть не менее 100 кОм, а конденсаторов ЭТ, ЭТО, К51, К52 и К53 — не менее 1 МОм. При проверке конденсаторов большой емкости нужно

учесть, что при подключении омметра к конденсатору, если он не был заряжен, начинается его зарядка, и стрелка омметра делает бросок в сторону нулевого значения шкалы. По мере зарядки стрелка движется в сторону увеличения сопротивлений. Чем больше емкость конденсатора, тем медленнее движется стрелка. Отсчет сопротивления утечки следует производить только после того, как она практически остановится. При проверке конденсаторов емкостью порядка 1000 мкФ на это может потребоваться несколько минут. Внутренний обрыв или частичная потеря емкости конденсатором не могут быть обнаружены омметром, для этого необходим прибор, позволяющий измерять емкость конденсатора. Однако обрыв конденсатора емкостью более 0,2 мкФ может быть обнаружен омметром по отсутствию начального скачка стрелки во время зарядки. Следует заметить, что повторная проверка конденсатора на обрыв по отсутствию начального скачка стрелки может производиться только после снятия заряда, для чего выводы конденсатора нужно замкнуть на короткое время. Конденсаторы переменной емкости проверяются омметром на отсутствие замыканий. Для этого омметр подключается к каждой секции агрегата и медленно поворачивается ось из одного крайнего положения в другое. Омметр должен показывать бесконечно большое сопротивление в любом положении оси.

Проверка катушек индуктивности. При проверке катушек индуктивности омметром контролируется только отсутствие в них обрыва. Сопротивление однослойных катушек должно быть равно нулю, сопротивление многослойных катушек близко к нулю. Иногда в паспортных данных аппарата указывается сопротивление многослойных катушек постоянному току и на его величину можно ориентироваться при их проверке. При обрыве катушки омметр показывает бесконечно большое сопротивление. Если катушка имеет отвод, нужно проверить обе секции катушки, подключая омметр сначала к одному из крайних выводов катушки и к ее отводу, а затем — ко второму крайнему выводу и отводу.

Проверка низкочастотных дросселей и трансформаторов. Как правило, в паспортных данных аппаратуры или в инструкциях по ее ремонту указываются значения сопротивлений обмоток постоянному току, которые можно использовать при проверке трансформаторов и дросселей. Обрыв обмотки фиксируется по бесконечно большому сопротивлению между ее выводами. Если же сопротивление значительно меньше номинального, это может указывать на наличие короткозамкнутых витков. Однако чаще всего короткозамкнутые витки возникают в небольшом количестве, когда происходит замыкание между соседними витками, и сопротивление обмотки изменяется незначительно. Для проверки отсутствия короткозамкну-

тых витков можно поступить следующим образом. У трансформатора выбирается обмотка с наибольшим количеством витков, к одному из выводов которой подключается омметр с помощью зажима «крокодил». Ко второму выводу этой обмотки прикасаются слегка влажным пальцем левой руки. Держа металлический наконечник второго щупа омметра правой рукой, подключают его ко второму выводу обмотки, не отрывая от него пальца левой руки. Стрелка омметра отклоняется от своего начального положения, показывая сопротивление обмотки. Когда стрелка остановится, отводят правую руку с щупом от второго вывода обмотки. В момент разрыва цепи при исправном трансформаторе чувствуется легкий удар электрическим током за счет ЭДС самоиндукции, возникающей при разрыве цепи. В связи с тем что энергия разряда мизерна, никакой опасности такая проверка не представляет. При наличии короткозамкнутых витков в проверяемой обмотке или в других обмотках трансформатора ЭДС самоиндукции резко падает и электрического удара не ощущается. Омметр при этом нужно использовать на самом меньшем пределе измерении, который соответствует наибольшему току измерения.

Проверка диодов. Полупроводниковые диоды характеризуются резко нелинейной вольтамперной характеристикой. Поэтому их прямой и обратный токи при одинаковом приложенном напряжении различны. На этом основана проверка диодов омметром. Прямое сопротивление измеряется при подключении плюсового вывода омметра к аноду, а минусового вывода — к катоду диода. У пробитого диода прямое и обратное сопротивления равны нулю. Если диод оборван, оба сопротивления бесконечно велики. Указать заранее значения прямого и обратного сопротивлений или их соотношение нельзя, так как они зависят от приложенного напряжения, а это напряжение у разных авометров и на разных пределах измерения различно. Тем не менее у исправного диода обратное сопротивление должно быть больше прямого. Отношение обратного сопротивления к прямому у диодов, рассчитанных на низкие обратные напряжения, велико (может быть более 100). У диодов, рассчитанных на большие обратные напряжения, это отношение оказывается незначительным, так как обратное напряжение, приложенное к диоду омметром, мало по сравнению с тем обратным напряжением, на которое диод рассчитан. Методика проверки стабилитронов и варикапов не отличается от изложенной. Как известно, если к диоду приложено напряжение, равное нулю, ток диода также будет равен нулю. Для получения прямого тока необходимо приложить к диоду какое-то пороговое небольшое напряжение. Любой омметр обеспечивает приложение такого напряжения. Однако если соединено последовательно и согласно (в одну сторону) несколько диодов, пороговое напряжение, необходимое для отпирания всех диодов, увеличивается

и может оказаться больше, чем напряжение на клеммах омметра. По этой причине измерить прямые напряжения диодных столбов или селеновых столбиков при помощи омметра оказывается невозможно.

Проверка тиристоров. Неуправляемые тиристоры (динисторы) могут быть проверены таким же образом, как диоды, если напряжение отпирания динистора меньше напряжения на клеммах омметра. Если же оно больше, динистор при подключении омметра не отпирается и омметр в обоих направлениях показывает очень большое сопротивление. Тем не менее, если динистор пробит, омметр это регистрирует нулевыми показаниями прямого и обратного сопротивлений. Для проверки управляемых тиристоров (тринисторов) плюсовой вывод омметра подключается к аноду тринистора, а минусовой вывод — к катоду. Омметр при этом должен показывать очень большое сопротивление, почти равное бесконечному. Затем замыкают выводы анода и управляющего электрода тринистора, что должно приводить к резкому уменьшению сопротивления, так как тринистор отпирается. Если после этого отключить управляющий электрод от анода, не разрывая цепи, соединяющей анод тринистора с омметром, для многих типов тринисторов омметр будет продолжать показывать низкое сопротивление открытого тринистора. Это происходит в тех случаях, когда анодный ток тринистора оказывается больше так называемого тока удержания. Тринистор остается открытым обязательно, если анодный ток больше гарантированного тока удержания. Это требование является достаточным, но не необходимым. Отдельные экземпляры тринисторов одного и того же типа могут иметь значения тока удержания значительно меньше гарантированного. В этом случае тринистор при отключении управляющего электрода от анода остается открытым. Но если при этом тринистор запирается и омметр показывает большое сопротивление, нельзя считать, что тринистор неисправен.

Проверка транзисторов. Эквивалентная схема биполярного транзистора представляет собой два диода, включенных навстречу один другому. Для p-n-p транзисторов эти эквивалентные диоды соединены катодами, а для n-p-n транзисторов — анодами. Таким образом, проверка транзистора омметром сводится к проверке обоих p-n переходов транзистора: коллектор — база и эмиттер — база. Для проверки прямого сопротивления переходов p-n-p транзистора минусовой вывод омметра подключается к базе, а плюсовой вывод омметра — поочередно к коллектору и эмиттеру. Для проверки обратного сопротивления переходов к базе подключается плюсовой вывод омметра. При проверке n-p-n транзисторов подключение производится наоборот: прямое сопротивление измеряется при соединении с базой плюсового вывода омметра, а обратное сопротивление — при соединении с базой минусового вывода. При пробое перехода его прямое

и обратное сопротивления оказываются равными нулю. При обрыве перехода его прямое сопротивление бесконечно велико. У исправных маломощных транзисторов обратные сопротивления переходов во много раз больше их прямых сопротивлений. У мощных транзисторов это отношение не столь велико, тем не менее омметр позволяет их различить. Из эквивалентной схемы биполярного транзистора вытекает, что с помощью омметра можно определить тип проводимости транзистора и назначение его выводов (цоколевку). Сначала определяют тип проводимости и находят вывод базы транзистора. Для этого один вывод омметра подключают к одному выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются поочередно двух других выводов транзистора. Затем первый вывод омметра подключают к другому выводу транзистора, а другим выводом омметра касаются свободных выводов транзистора. Затем первый вывод омметра подключают к третьему выводу транзистора, а другим выводом касаются остальных. После этого меняют местами выводы омметра и повторяют указанные измерения. Нужно найти такое подключение омметра, при котором подключение второго вывода омметра к каждому из двух выводов транзистора, не подключенных к первому выводу омметра, соответствует небольшому сопротивлению (оба перехода открыты). Тогда вывод транзистора, к которому подключен первый вывод омметра, является выводом базы. Если первый вывод омметра является плюсовым, значит, транзистор относится к n-p-n проводимости, если — минусовым, значит,— p-n-p проводимости. Теперь нужно определить, какой из двух оставшихся выводов транзистора является выводом коллектора. Для этого омметр подключается к этим двум выводам, база соединяется с плюсовым выводом омметра при n-p-n транзисторе или с минусовым выводом омметра при p-n-p транзисторе и замечается сопротивление, которое измеряется омметром. Затем выводы омметра меняются местами (база остается подключенной к тому же выводу омметра, что и ранее) и вновь замечается сопротивление по омметру. В том случае, когда сопротивление оказывается меньше, база была соединена с коллектором транзистора. Полевые транзисторы проверять не рекомендуется.

Проверка микросхем. При помощи омметра можно производить проверку тех микросхем, которые представляют собой набор диодов или биполярных транзисторов. Таковы, например, диодные сборки и матрицы КДС111, КД906 и микросхемы К159НТ, К198НТ и другие. Проверка диода, транзистора производится по уже описанной методике. Если неизвестно назначение выводов сборки или микросхемы, оно также может быть определено, хотя из-за наличия нескольких транзисторов в одном корпусе приходится проводить более громоздкие измерения. При этом нужно установить систему подключения омметра к выводам, чтобы выполнить все возможные комбинации.

СОДЕРЖАНИЕ